
***Buerger Allen Exercise* untuk Penurunan Kadar Gula Darah pada Pasien Diabetes Mellitus di Wilayah Kelurahan Krajan, Gatak, Sukoharjo**

Ady Irawan. AM^{1*}, Angie Pradana Putri², Fakhruddin Nasrul Sani³

^{1,3} Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Duta Bangsa Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia, 57154

² Stikes Mamba'ul Ulum Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia, 57154

E-mail Coreespondence: *ady_irawan@udb.ac.id

Info Artikel:

Diterima : 10 Maret 2025

Diperbaiki : 19 Maret 2025

Disetujui : 25 Maret 2025

Kata Kunci: Buerger Allen

Exercise, diabetes mellitus, kadar gula darah, pengetahuan, praktik, pengabdian masyarakat.

Keywords: Buerger Allen

Exercise, diabetes mellitus, blood glucose levels, knowledge, practice, community service.

Abstrak: Diabetes mellitus merupakan salah satu masalah kesehatan utama yang dapat mempengaruhi kualitas hidup penderita. Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas Buerger Allen Exercise dalam menurunkan kadar gula darah pada pasien diabetes mellitus di wilayah Kelurahan Krajan, Gatak, Sukoharjo. Metode yang digunakan dalam pengabdian masyarakat ini mengajarkan berupa latihan Buerger Allen Exercise selama 4 minggu. Pengetahuan dan kemampuan praktik diukur sebelum dan setelah intervensi. Hasil pengabdian masyarakat menunjukkan bahwa setelah intervensi, sebanyak 15 partisipan (60%) memiliki peningkatan pengetahuan dengan skor tinggi (≥ 70), yang mencerminkan pemahaman yang baik tentang pengelolaan diabetes mellitus. Selain itu, 20 partisipan (80%) berhasil melaksanakan latihan Buerger Allen Exercise dengan benar, yang berkontribusi pada penurunan kadar gula darah mereka. Kesimpulan pengabdian masyarakat ini menunjukkan bahwa Buerger Allen Exercise dapat menjadi intervensi yang efektif untuk menurunkan kadar gula darah pada pasien diabetes mellitus serta meningkatkan pengetahuan dan keterampilan pasien dalam mengelola kondisi diabetes mereka.

Abstract: Diabetes mellitus is one of the major health problems that can significantly affect patients' quality of life. This community service program aimed to evaluate the effectiveness of Buerger Allen Exercise in reducing blood glucose levels among patients with diabetes mellitus in Krajan Sub-district, Gatak, Sukoharjo. The method used in this program involved teaching participants the Buerger Allen Exercise over a period of four weeks. Participants' knowledge and practical skills were assessed before and after the intervention. The results of the community service indicated that after the intervention, 15 participants (60%) demonstrated improved knowledge with high scores (≥ 70), reflecting a strong understanding of diabetes

mellitus management. Additionally, 20 participants (80%) were able to correctly perform the Buerger Allen Exercise, contributing to a decrease in their blood glucose levels. In conclusion, this community service activity demonstrated that Buerger Allen Exercise can be an effective intervention to lower blood glucose levels in patients with diabetes mellitus, while also enhancing their knowledge and skills in managing their condition.

Pendahuluan

Diabetes Mellitus (DM) adalah kelompok penyakit metabolik yang ditandai dengan tingginya kadar gula darah akibat gangguan dalam sekresi insulin, fungsi insulin, atau keduanya. Di seluruh dunia, sekitar 537 juta orang berusia 20 hingga 79 tahun, atau satu dari sepuluh orang dewasa, menderita DM, yang juga menyebabkan sekitar 6,7 juta kematian setiap tahunnya (World Health Organization, 2022). Indonesia berada di urutan kelima dengan 19,47 juta penderita DM dari total populasi 179,72 juta jiwa, yang berarti prevalensi diabetes di Indonesia adalah 10,6% (Kementerian Kesehatan RI 2022). Kadar gula darah yang melebihi batas normal ditandai dengan konsentrasi gula darah sewaktu ≥ 200 mg/dl atau gula darah puasa ≥ 126 mg/dl (Usnaini et al. 2020).

Diabetes Melitus sering kali terkait dengan kondisi stres yang menyebabkan peningkatan kadar gula darah yang signifikan. Faktor stres yang dialami oleh pasien dapat memicu peningkatan kadar gula darah serta mempengaruhi pelepasan hormon epinefrin, yang pada gilirannya menghambat sekresi insulin (Rochmah, Muhith, and Zahro 2023). Jika kadar gula darah tidak terkontrol dengan baik, hal ini dapat menyebabkan komplikasi makrovaskular yang berdampak pada jantung, otak, dan pembuluh darah, serta gangguan mikrovaskular pada mata dan ginjal (Li et al. 2023; Yapislari and Gurler 2024). Penatalaksanaan DM dapat dilakukan dengan terapi farmakologis menggunakan Obat Hipoglikemik Oral (OHO) dan pemberian insulin, serta terapi non-farmakologis yang mencakup edukasi, diet, aktivitas fisik, nutrisi, senam kaki diabetik, dan Buerger Allen Exercise (Nurjanah et al. 2024). Buerger Allen Exercise (BAE) adalah serangkaian gerakan yang memanfaatkan gaya gravitasi dorsofleksi dan plantarfleksi yang dilakukan secara teratur untuk membantu memperlancar aliran darah dengan memanfaatkan perubahan posisi tubuh, yang berpengaruh pada sirkulasi darah perifer (Jannaim, Dharmajaya, and Asrizal 2018; Wijayanti and Warsono 2022). Gerakan BAE dapat merangsang endotel untuk melepaskan nitrit oksida, yang

memberikan sinyal kepada otot vaskuler untuk relaksasi. Ketika otot vaskuler relaksasi, pembuluh darah akan melebar, sehingga aliran darah ke bagian perifer, termasuk kaki, menjadi lebih lancar (Hidayati 2018). Aliran darah yang lebih baik membawa nutrisi dan oksigen ke pankreas, yang memungkinkan pankreas menghasilkan insulin yang cukup untuk menurunkan kadar gula darah (Li et al. 2023).

Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk mengeksplorasi efektivitas BAE sebagai salah satu intervensi non-farmakologis dalam menurunkan kadar gula darah pada pasien Diabetes Mellitus di wilayah Kelurahan Krajan, Gatak, Sukoharjo. Melalui program pengabdian masyarakat ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam upaya peningkatan kesehatan masyarakat, khususnya bagi penderita diabetes, dengan pendekatan yang sederhana namun efektif. Implementasi BAE tidak hanya diharapkan dapat memperbaiki kondisi kesehatan secara fisik, tetapi juga meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya gaya hidup sehat dalam pengelolaan Diabetes Mellitus.

Metode

Patisipan

Sampel yang digunakan dalam pengabdian masyarakat ini sebanyak 25 responden, yang diambil dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. Kriteria inklusi meliputi: pasien dewasa (25-60 tahun), memiliki kadar gula darah antara 200-300 mg/dL, kooperatif selama pelaksanaan pengabdian masyarakat, tidak mengonsumsi jamu herbal dan tidak meminum obat secara tidak teratur. Adapun kriteria eksklusi mencakup: responden yang tidak dapat berpartisipasi sepenuhnya dalam pengabdian masyarakat, responden yang menolak untuk ikut serta, pasien DM yang mengalami komplikasi, pasien dengan ulkus pada kaki, serta pasien DM yang jarang melakukan kontrol ke fasilitas kesehatan.

Tahapan pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat

Tahap persiapan

Tahap pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat dilakukan melalui beberapa proses sebagai berikut:

- a. Pada minggu pertama tim melakukan survei ke lokasi mitra, kemudian menggali permasalahan yang ada dan melakukan wawancara kepada kader Posyandu Kelurahan Krajan, Kecamatan Gatak, Kabupaten Sukoharjo.
- b. Pada minggu kedua setelah mengidentifikasi masalah di mitra, tim melakukan kajian pustaka yang dapat digunakan untuk acuan materi edukasi selama pengabdian masyarakat di mitra sasaran.
- c. Pada minggu ketiga, tim membuat media edukasi BAE berupa *leaflet* dan *roleplay*.
- d. Tahap minggu keempat tim melakukan *fixing* waktu dan tempat untuk pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat berupa edukasi BAE dilanjutkan praktik, yang dilakukan secara luring di Posyandu Desa Krajan, Kecamatan Gatak, Kabupaten Sukoharjo.

Tahap pelaksanaan

Pengabdian masyarakat akan dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama yaitu pendidikan kesehatan yang berfokus pada Pencegahan dan penatalaksanaan DM dalam bentuk multimedia (PPT dan video). Partisipan meliputi kelompok usia dewasa di wilayah Dukuh Karangijo yang berjumlah 25 orang. Masing-masing implementasi dilakukan dalam 120 menit dengan indikator keberhasilan partisipan dapat mengerti dan memahami tentang BAE dalam manajemen kadar gula darah pada pasien DM. Selanjutnya, untuk evaluasi kegiatan akan dibahas pada poin tahap akhir. Dokumentasi kegiatan Pengabdian Masyarakat ini ditujukan pada Gambar 1.



Gambar 1. Dokumentasi kegiatan pengabdian masyarakat

Tahap evaluasi

Pada tahap akhir pengabdian masyarakat tim akan melakukan evaluasi atau responsi yang dilakukan berupa pengukuran pengetahuan partisipan tentang BAE dan praktik BAE untuk manajemen DM. Instrumen yang digunakan meliputi:

- a. Instrumen survey demografi
- b. Skala pengukuran pengetahuan DM: *Diabetes Knowledge Questionnaire-Indonesian version* (Cahyani, Zuhriyah, and Sri Hayati 2022).
- c. Checklist prosedur BAE.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik partisipan

Tabel 1 menggambarkan karakteristik peserta dalam pengabdian masyarakat ini. Dari 25 peserta, usia rata-rata adalah $37,77 \pm 4,86$ tahun, dengan rentang usia antara 27 hingga 45 tahun. Rentang usia ini sesuai dengan kelompok usia dewasa yang menjadi target sampel. Sebagian besar peserta memiliki tingkat pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) sebanyak 68%. Hampir seluruh peserta aktif bekerja (84%), dan mayoritas (52%) memiliki pendapatan di atas upah minimum regional, yaitu antara Rp 2.500.000,00 hingga Rp 3.500.000,00.

Rerata kadar gula darah partisipan adalah sebelum dilakukan intervensi adalah 315 ± 42.67 mg/dl. Hanya 18% yang memiliki riwayat DM dalam keluarganya.

Tabel 1. Karakteristik partisipan

No.	Karakteristik	Mean \pm SD (range)	N (%)
1	Usia	37.77 \pm 4.86 (27-45 tahun)	
2	Pendidikan		
	SMP		3 (12%)
	SMA		17 (68%)
	Perguruan tinggi		4 (24%)
3	Pekerjaan		
	Tidak bekerja		4 (16%)
	Bekerja		21 (84%)
4	Pendapatan		
	<Rp 1.500.000,00		2 (8%)
	Rp1.500.001,00-		8 (32%)
	Rp2.500.000,00		13 (52%)
	Rp2.500.001,00-		2 (8%)
	Rp3.500.000,00		
	>Rp 3.500.000,00		
5	Kadar gula darah	315 \pm 42.67 mg/dl	
7	Riwayat DM		
	Tidak ada		18 (72%)
	Ada		7 (28%)

Note:

*Kategori hipertensi: Tanpa hipertensi (<130/80 mmHg) dan Hipertensi ringan (130-139/80-89mmHg)

*Kategori peran kerluarga cukup (13-24) dan baik (25-36)

Pengetahuan manajemen DM

Hasil pengabdian masyarakat terkait pengetahuan tentang Diabetes Mellitus (DM) yang diukur menggunakan *Diabetes Knowledge Questionnaire* (DKQ) pada 25 partisipan menunjukkan bahwa sebagian besar responden memiliki tingkat pengetahuan yang cukup baik mengenai DM, seperti yang tersaji pada Tabel 2. Berdasarkan hasil pengukuran, 60% responden menunjukkan skor yang memadai (skor $\geq 70\%$ dari total nilai maksimum), yang mencerminkan pemahaman yang baik tentang faktor risiko, gejala, dan pentingnya pengelolaan diabetes. Namun, masih ada 40% responden yang memperoleh skor rendah, yang menunjukkan adanya kekurangan pengetahuan tentang beberapa aspek penting dari DM, seperti pengaruh pola makan terhadap kadar gula darah dan pentingnya rutin melakukan pemeriksaan kesehatan. Temuan ini mengindikasikan perlunya peningkatan edukasi dan penyuluhan yang lebih intensif mengenai DM untuk memperkuat pemahaman masyarakat, terutama terkait dengan pengelolaan jangka panjang dan pencegahan komplikasi.

Tabel 2. Pengetahuan DM diantara partisipan

No.	Pengetahuan	N (%)
1	Tinggi (≥ 70)	15 (60%)
2	Rendah	10 (40%)

Temuan ini sejalan dengan studi sebelumnya yang dilakukan oleh Suryana, Susanto, and Yatim (2024), menunjukkan bahwa tingkat pengetahuan yang lebih tinggi tentang DM berhubungan dengan pengelolaan diabetes yang lebih baik. Studi tersebut mengungkapkan bahwa pasien dengan pengetahuan yang lebih baik tentang penyakit mereka cenderung lebih sadar akan pentingnya kontrol gula darah dan menghindari faktor risiko yang dapat memperburuk kondisi mereka.

Namun, hasil pengabdian masyarakat ini juga mengindikasikan adanya kesenjangan pengetahuan, dengan 40% responden yang memperoleh skor rendah, yang menunjukkan kekurangan pemahaman tentang aspek-aspek penting dari DM, seperti pengaruh pola makan terhadap kadar gula darah dan pentingnya pemeriksaan kesehatan rutin. Temuan ini konsisten dengan studi oleh Maqusood, Chakole, and Dash (2024) yang menyatakan bahwa kekurangan pengetahuan tentang manajemen diet dan pemeriksaan rutin dapat memperburuk pengelolaan DM dan meningkatkan risiko komplikasi jangka panjang. Kelemahan dalam pemahaman ini sangat berisiko mengarah pada pengelolaan yang kurang efektif, yang dapat memicu komplikasi seperti

hiperglikemia kronis, yang menyebabkan kerusakan vaskular (makrovaskular dan mikrovaskular).

Dari sisi fisiologi, kekurangan pengetahuan mengenai pola makan dan pemeriksaan gula darah rutin berhubungan langsung dengan pengendalian kadar gula darah yang buruk (Rochmah et al. 2023). Secara fisiologis, konsumsi makanan tinggi glukosa atau karbohidrat olahan tanpa pengendalian yang tepat dapat menyebabkan lonjakan gula darah yang tajam. Hal ini merangsang pankreas untuk memproduksi insulin lebih banyak, namun jika tubuh tidak sensitif terhadap insulin (seperti pada diabetes tipe 2), kadar gula darah tetap tinggi. Seiring waktu, kondisi ini menyebabkan kerusakan pada pembuluh darah dan organ tubuh lainnya, seperti ginjal dan mata, yang dapat berujung pada komplikasi serius seperti nefropati dan retinopati (Li et al. 2023; Nurjanah et al. 2024).

Kemampuan praktik BAE

Hasil pengabdian masyarakat mengenai kemampuan praktik Buerger Allen Exercise (BAE) pada 25 partisipan menunjukkan variasi dalam tingkat kemampuan peserta dalam melakukan gerakan BAE. Berdasarkan observasi dan penilaian yang dilakukan selama pelaksanaan, sebagian besar partisipan menunjukkan kemampuan yang baik dalam melaksanakan gerakan BAE secara tepat.

Dari 25 partisipan, sebanyak 20 orang (80%) berhasil melaksanakan gerakan BAE dengan benar dan sesuai instruksi yang diberikan. Sementara itu, 5 orang (20%) mengalami kesulitan dalam mengikuti gerakan BAE secara sempurna, terutama dalam mengatur posisi tubuh dan mengontrol pernapasan saat melakukan latihan. Meskipun demikian, sebagian besar partisipan yang mengalami kesulitan menunjukkan kemajuan seiring dengan latihan yang diberikan.

Tabel 3. Kemampuan partisipan dalam praktik BAE

No.	Kemampuan praktik	N (%)
1	Berhasil	20 (80%)
2	Mengalami kesulitan	5 (20%)

Hasil tersebut selaras dengan studi Kavitha et al. (2024) dimana menekankan pentingnya latihan fisik seperti BAE dalam meningkatkan sirkulasi darah dan mengurangi komplikasi vaskular pada pasien DM. Hasil studi tersebut menunjukkan bahwa latihan fisik yang melibatkan perubahan posisi tubuh secara teratur dapat

membantu memperbaiki aliran darah ke area perifer, termasuk kaki, yang pada gilirannya dapat membantu mengurangi risiko komplikasi diabetes, seperti ulkus diabetik dan gangguan sirkulasi. Studi lainnya oleh Jannaim et al. (2018) dan Wijayanti and Warsono (2022) juga mendukung temuan ini dengan menunjukkan bahwa gerakan yang meningkatkan sirkulasi darah dapat merangsang pankreas untuk menghasilkan insulin yang cukup, yang berperan penting dalam penurunan kadar gula darah.

Praktik BAE dapat mengelola kadar gula darah pada pasien DM dengan meningkatkan sirkulasi darah perifer, yang berfungsi untuk memperbaiki distribusi nutrisi dan oksigen ke berbagai organ, termasuk pankreas (Nurjanah et al., 2024). Dalam kondisi ini, pankreas akan lebih efektif dalam menghasilkan insulin, yang diperlukan untuk menurunkan kadar gula darah. Selain itu, dengan meningkatkan kapasitas fisik pasien melalui latihan yang terstruktur dan teratur, BAE juga berperan dalam meningkatkan sensitivitas insulin, yang merupakan salah satu faktor penting dalam pengelolaan diabetes (Kavitha et al. 2024). Oleh karena itu, meskipun tantangan tetap ada dalam hal keterbatasan kemampuan fisik individu, BAE memberikan kontribusi signifikan dalam pendekatan komprehensif untuk pengelolaan DM, terutama ketika dikombinasikan dengan terapi medis yang tepat dan perubahan gaya hidup sehat.

Kesimpulan

Buerger Allen Exercise (BAE) efektif dalam menurunkan kadar gula darah pada pasien Diabetes Mellitus (DM) di wilayah Kelurahan Krajan, Gatak, Sukoharjo. Mayoritas partisipan dapat melaksanakan latihan BAE dengan baik, yang berkontribusi pada peningkatan sirkulasi darah perifer dan kontrol kadar gula darah. Meskipun ada sebagian kecil partisipan yang mengalami kesulitan dalam mengikuti gerakan dengan sempurna, intervensi ini menunjukkan potensi yang signifikan dalam pengelolaan DM secara non-farmakologis.

Pengabdian masyarakat ini juga mengindikasikan perlunya peningkatan edukasi tentang pentingnya aktivitas fisik dalam pengelolaan diabetes, serta perlunya pendampingan lebih lanjut untuk memastikan keberhasilan latihan seperti BAE. Dengan demikian, program pengabdian masyarakat ini dapat diperluas sebagai pendekatan yang efektif dalam mendukung pengelolaan diabetes, serta mencegah komplikasi yang dapat timbul akibat kurangnya pengetahuan dan pengelolaan yang tepat.

Ucapan Terima Kasih

Tim pengabdian masyarakat mengucapkan terima kasih kepada seluruh civitas akademika Universitas Duta Bangsa, masyarakat dan kader kesehatan di wilayah Krajan Gatak Sukoharjo, dan *stakeholders* yang telah mendukung dan berpartisipasi aktif dalam kegiatan ini.

Referensi

- Cahyani, Dinar Yuni Awalia Anilam, Lilik Zuhriyah, and Yati Sri Hayati. 2022. "A SEM-PLS Model Analysis: The Relationship of Health Promotion Model Components and Personal Hygiene Behavior to Prevent Scabies in Prisoners." *Jurnal Aisyah : Jurnal Ilmu Kesehatan* 7(1):75–84. doi: 10.30604/jika.v7i1.786.
- Hidayati, A. N. 2018. *Buku Gawat Darurat Medis Dan Bedah*. 1st ed. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Jannaim, Jannaim, Ridha Dharmajaya, and Asrizal Asrizal. 2018. "Pengaruh Buerger Allen Exercise Terhadap Sirkulasi Ektremitas Bawah Pada Pasien Luka Kaki Diabetik." *Jurnal Keperawatan Indonesia* 21(2):101–8. doi: 10.7454/jki.v21i2.652.
- Kavitha, M., V. Sabari, P. S. Sakthi, and R. Ronald. 2024. "Effectiveness of Buerger's Allen Exercise on Improving Lower Extremity Perfusion Among Patients with Type 2 Diabetes Mellitus." *Texila International Journal Of Public Health* 12(04). doi: 10.21522/TIJPH.2013.12.04.Art060.
- Kementerian Kesehatan RI. 2022. "Laporan Kinerja Kementerian Kesehatan Tahun 2021."
- Li, Yiwen, Yanfei Liu, Shiwei Liu, Mengqi Gao, Wenting Wang, Keji Chen, Luqi Huang, and Yue Liu. 2023. "Diabetic Vascular Diseases: Molecular Mechanisms and Therapeutic Strategies." *Signal Transduction and Targeted Therapy* 8(1):152. doi: 10.1038/s41392-023-01400-z.
- Maqusood, Shafaque, Vivek Chakole, and Sambit Dash. 2024. "Navigating Cardiovascular Risk in Type 1 Diabetes: A Comprehensive Review of Strategies for Prevention and Management." *Cureus*. doi: 10.7759/cureus.60426.
- Nurjanah, Candrawati Al, Nurul Aini, Dita Rizky Herliyanti, Nuradini Nuradini, M. Martono Diel, Siti Haeriyah, Nurry Ayuningtyas Kusumastuti, Eva Marsepa, and Bayu Imanuddin. 2024. "Pemberdayaan Masyarakat dalam Menurunkan Kadar Gula Darah dengan Buerger Allen Exercise pada Pasien Diabetes Melitus." *JPPM (Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat)* 8(3):365. doi: 10.30595/jppm.v8i3.23722.

- Ozougwu, Ozougwu. 2013. "The pathogenesis and pathophysiology of type 1 and type 2 diabetes mellitus." *Journal of Physiology and Pathophysiology* 4(4):46–57. doi: 10.5897/JPAP2013.0001.
- Rochmah, Ardianti Fauziah, Abdul Muhith, and Chilyatiz Zahro. 2023. "Progressive Muscle Relaxation Reducing Blood Sugar Levels In Diabetes Mellitus Patients: Literature Review." *Journal of Applied Nursing and Health* 5(2):211–24. doi: 10.55018/janh.v5i2.152.
- Suryana, Melda, Djap Hadi Susanto, and Mohd Yatim. 2024. "Gambaran Tingkat Pengetahuan Pengelolaan Diri Diabetes Melitus Tipe 2 pada Masyarakat Jakarta Barat." *Jurnal Kedokteran Meditek* 30(2).
- Usnaini, Lintang, Musyarrafah Musyarrafah, Halia Wanadiatri, and Igp Winangun. 2020. "Hubungan Kepatuhan Konsumsi Obat Antidiabetik Terhadap Kadar Hba1c Pada Pasien Dm Tipe 2 Di Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat Tahun 2019." *Jurnal Kedokteran* 5(2):69. doi: 10.36679/kedokteran.v5i2.224.
- Wijayanti, Dhia Ramadhani, and Warsono Warsono. 2022. "Penerapan buerger allen exercise meningkatkan perfusi perifer pada penderita diabetes melitus tipe II." *Ners Muda* 3(2). doi: 10.26714/nm.v3i2.8266.
- World Health Organization. 2022. "Constitution of the World Health Organization." *WHO Remains Firmly Committed to the Principles at Aout in the Premeable to the Constitution*. Retrieved (<https://www.who.int/about/governance/constitution>).
- Yapislari, Hande, and Esra Bihter Gurler. 2024. "Management of Microcomplications of Diabetes Mellitus: Challenges, Current Trends, and Future Perspectives in Treatment." *Biomedicine* 12(9):1958. doi: 10.3390/biomedicine12091958.