

## Pemberdayaan Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 melalui Penerapan Gaya Hidup Sehat dengan Paparan Sinar Matahari Pagi di Rumah Sakit Grandmed Lubuk Pakam

### *Empowering Patients with Type 2 Diabetes Mellitus through the Implementation of a Healthy Lifestyle with Morning Sunlight Exposure at Grandmed Hospital Lubuk Pakam*

Syatriawati<sup>1\*</sup>, Dika<sup>2</sup>, Samuel Ginting<sup>3</sup>, Kardina Hayati<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam

Jln. Sudirman No.38 Lubuk Pakam, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara – Indonesia

#### Abstrak

Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) merupakan penyakit metabolik kronis dengan prevalensi yang terus meningkat dan memerlukan pengelolaan jangka panjang melalui terapi farmakologis serta modifikasi gaya hidup. Namun, rendahnya kepatuhan pasien terhadap gaya hidup sehat masih menjadi tantangan. Paparan sinar matahari pagi sebagai bagian dari gaya hidup sehat berpotensi mendukung pengendalian kadar gula darah melalui mekanisme metabolik dan pengaturan ritme sirkadian. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan untuk memberdayakan pasien DMT2 melalui edukasi dan pendampingan penerapan gaya hidup sehat dengan paparan sinar matahari pagi di Rumah Sakit Grandmed Lubuk Pakam. Metode yang digunakan adalah pendekatan edukatif-partisipatif dengan desain pretest-posttest satu kelompok, melibatkan 15 pasien DMT2. Intervensi meliputi edukasi kesehatan, pendampingan praktik paparan sinar matahari pagi, serta evaluasi pengetahuan, kepatuhan, dan kadar gula darah. Hasil PkM menunjukkan peningkatan pengetahuan peserta, di mana kategori pengetahuan baik meningkat dari 20,0% pada pretest menjadi 73,3% pada posttest. Tingkat kepatuhan peserta terhadap paparan sinar matahari pagi tergolong tinggi, dengan 73,3% peserta patuh. Selain itu, rata-rata kadar gula darah peserta mengalami penurunan dari 215 mg/dL sebelum intervensi menjadi 195 mg/dL setelah intervensi. Kesimpulannya, kegiatan PkM ini efektif dalam meningkatkan pengetahuan, perilaku kesehatan, dan berpotensi mendukung pengendalian glikemik pasien DMT2 melalui pendekatan sederhana, aplikatif, dan berkelanjutan.

**Kata kunci:** DMT2; Gaya Hidup Sehat; Paparan Sinar Matahari Pagi; Pemberdayaan Pasien

#### Abstract

*Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM) is a chronic metabolic disease with an increasing prevalence and requires long-term management through pharmacological therapy and lifestyle modification. However, patient adherence to healthy lifestyle practices remains a major challenge. Morning sunlight exposure, as part of a healthy lifestyle, has the potential to support blood glucose control through metabolic mechanisms and circadian rhythm regulation. This Community Service Program aimed to empower patients with T2DM through education and mentoring on the implementation of a healthy lifestyle incorporating morning sunlight exposure at Grandmed Lubuk Pakam Hospital. The program employed an educative-participatory approach using a one-group pretest-posttest design involving 15 patients with T2DM. The intervention consisted of health education sessions, guided practice of morning sunlight exposure, and evaluation of participants' knowledge, adherence, and blood glucose levels. The results showed a substantial improvement in participants' knowledge, with the proportion of those in the good knowledge category increasing from 20.0% at pretest to 73.3% at posttest. Adherence to morning sunlight exposure was high, with 73.3% of participants classified as adherent. In addition, the mean blood glucose level decreased from 215 mg/dL before the intervention to 195 mg/dL after the intervention. In conclusion, this community service activity was effective in enhancing knowledge and health behaviors and demonstrated potential benefits in supporting*

\*Corresponding author: Syatriawati, Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam, Deli Serdang, Indonesia

E-mail : syatriawati@medistra.ac.id

Doi : 10.35451/v2y36k46

Received : 27 December 2025, Accepted: 30 December 2025, Published: 31 December 2025

Copyright: © 2025 Syatriawati. Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

*glycemic control among patients with T2DM through a simple, practical, and sustainable empowerment-based approach.*

**Keywords:** Type 2 Diabetes Mellitus; Healthy Lifestyle; Morning Sunlight Exposure; Patient Empowerment

---

## 1. PENDAHULUAN

Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) merupakan salah satu penyakit metabolik kronis yang prevalensinya terus meningkat dan menjadi masalah kesehatan masyarakat global. Penyakit ini ditandai oleh gangguan sekresi dan kerja insulin yang menyebabkan hiperglikemia kronis, sehingga berisiko menimbulkan berbagai komplikasi seperti penyakit kardiovaskular, gangguan ginjal, neuropati, dan penurunan kualitas hidup pasien [1-2]. Upaya pengendalian DMT2 umumnya dilakukan melalui terapi farmakologis yang dikombinasikan dengan modifikasi gaya hidup, seperti pengaturan pola makan dan aktivitas fisik. Namun, kepatuhan pasien dalam menjalankan gaya hidup sehat masih menjadi tantangan, sehingga diperlukan pendekatan alternatif yang mudah diterapkan, murah, dan berkelanjutan [3].

Salah satu komponen gaya hidup sehat yang mulai mendapat perhatian adalah paparan sinar matahari pagi. Paparan sinar matahari berperan penting dalam sintesis vitamin D yang berpengaruh terhadap sensitivitas insulin dan metabolisme glukosa [4]. Vitamin D telah dikaitkan dengan peningkatan resistensi insulin dan tingginya risiko terjadinya DMT2. Individu dengan kadar vitamin D yang adekuat memiliki risiko lebih rendah mengalami DMT2 dibandingkan individu dengan kadar vitamin D rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa paparan sinar matahari pagi dapat berkontribusi dalam membantu pengendalian kadar gula darah secara tidak langsung melalui mekanisme metabolik [5-6].

Selain peran vitamin D, paparan cahaya alami juga dilaporkan memengaruhi ritme sirkadian dan regulasi metabolisme tubuh. Paparan cahaya matahari pagi diketahui membantu menjaga kestabilan kadar glukosa darah dan meningkatkan respons insulin dibandingkan dengan pencahayaan buatan. Seseorang yang lebih sering terpapar cahaya alami memiliki kontrol metabolik yang lebih baik, termasuk kadar glukosa darah yang lebih stabil [7-8].

Beberapa penelitian dan kegiatan berbasis masyarakat di Indonesia juga mendukung temuan tersebut. Hermawan *et al.* (2022) melaporkan bahwa kurangnya paparan sinar matahari berhubungan dengan tingginya kadar gula darah pada pasien DMT2 [9]. Sementara itu, penelitian kuasi-eksperimental oleh Isworo (2020) menunjukkan adanya penurunan kadar gula darah pada penderita diabetes setelah dilakukan intervensi paparan sinar matahari pagi secara teratur [10]. Meskipun demikian, pemanfaatan paparan sinar matahari sebagai bagian dari gaya hidup sehat belum banyak diintegrasikan secara sistematis dalam program pelayanan dan pemberdayaan pasien diabetes.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) yang berfokus pada pemberdayaan pasien DMT2 melalui edukasi dan pendampingan penerapan gaya hidup sehat dengan paparan sinar matahari pagi. Program ini dirancang sebagai solusi promotif dan preventif yang bertujuan meningkatkan pengetahuan, sikap, dan perilaku pasien dalam mengelola penyakitnya secara mandiri. Kegiatan PkM ini juga melibatkan kolaborasi dengan tenaga kesehatan di Rumah Sakit Grandmed Lubuk Pakam untuk memastikan penerapan intervensi berjalan aman, terukur, dan sesuai dengan kondisi pasien.

Tujuan dari kegiatan PkM ini adalah untuk memberdayakan pasien DMT2 agar mampu menerapkan gaya hidup sehat dengan memanfaatkan paparan sinar matahari pagi sebagai terapi pendukung, meningkatkan pemahaman pasien tentang manfaat sinar matahari terhadap pengendalian gula darah, serta mendorong perubahan perilaku kesehatan yang berkelanjutan. Dengan pendekatan edukatif dan partisipatif, diharapkan kegiatan ini dapat berkontribusi dalam meningkatkan kualitas hidup pasien.

Dengan demikian, kegiatan PkM ini menjadi relevan dan penting untuk dilaksanakan sebagai upaya nyata menjembatani hasil penelitian dengan praktik kesehatan di masyarakat. Pemberdayaan pasien melalui penerapan gaya hidup sehat berbasis paparan sinar matahari pagi diharapkan dapat menjadi model intervensi sederhana, aplikatif, dan berdampak positif dalam pengelolaan DMT2 di Rumah Sakit Grandmed Lubuk Pakam.

## 2. METODE

### Desain Pelaksanaan PKM

Kegiatan PkM ini dilaksanakan menggunakan desain edukatif-partisipatif dengan pendekatan pretest-posttest satu kelompok. Desain ini bertujuan untuk memberdayakan pasien DMT2 melalui peningkatan pengetahuan, kesadaran, dan kemampuan menerapkan gaya hidup sehat secara mandiri, khususnya melalui pemanfaatan paparan sinar matahari pagi sebagai terapi pendukung. Pendekatan partisipatif diterapkan dengan melibatkan pasien secara aktif dalam proses edukasi, diskusi, praktik, serta evaluasi kegiatan, sehingga intervensi yang diberikan bersifat aplikatif dan berkelanjutan.

### Responden

Responden dalam kegiatan PkM ini adalah pasien DMT2 yang menjalani pelayanan kesehatan di Rumah Sakit Grandmed Lubuk Pakam sebanyak 15 peserta. Responden dipilih berdasarkan kriteria inklusi, yaitu pasien dengan diagnosis DMT2, berusia dewasa, mampu mengikuti edukasi dan praktik secara mandiri, serta bersedia berpartisipasi dalam seluruh rangkaian kegiatan. Pasien dengan kondisi akut atau komplikasi berat yang membatasi aktivitas fisik ringan tidak diikutsertakan. Data responden meliputi karakteristik dasar pasien serta hasil pengukuran kadar gula darah sebelum dan sesudah pelaksanaan kegiatan.

### Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam kegiatan PkM meliputi kuesioner pengetahuan tentang DMT2, gaya hidup sehat, dan manfaat paparan sinar matahari pagi, lembar pemantauan kepatuhan pelaksanaan paparan sinar matahari, serta alat pengukur kadar gula darah. Kuesioner digunakan untuk menilai perubahan tingkat pengetahuan pasien, sedangkan lembar pemantauan berfungsi untuk mengamati keterlibatan dan konsistensi pasien dalam menerapkan paparan sinar matahari pagi. Pengukuran kadar gula darah dilakukan sebagai indikator pendukung untuk melihat respons awal terhadap intervensi gaya hidup yang diberikan.

### Prosedur Pelaksanaan PkM

Pelaksanaan kegiatan PkM diawali dengan koordinasi bersama pihak Rumah Sakit Grandmed Lubuk Pakam dan tenaga kesehatan terkait. Tahap awal meliputi pengisian kuesioner pengetahuan dan pengukuran kadar gula darah sebagai data awal (*pretest*). Selanjutnya, dilakukan kegiatan edukasi mengenai DMT2, pentingnya penerapan gaya hidup sehat, serta peran paparan sinar matahari pagi dalam membantu pengendalian kadar gula darah. Edukasi disampaikan secara interaktif melalui ceramah, diskusi, dan media edukatif sederhana.

Tahap berikutnya adalah pendampingan praktik paparan sinar matahari pagi, yang dilakukan dengan memberikan panduan waktu dan durasi yang aman serta sesuai dengan kondisi pasien. Pasien didorong untuk mempraktikkan paparan sinar matahari pagi secara rutin sebagai bagian dari aktivitas sehari-hari. Pada akhir kegiatan, dilakukan evaluasi melalui pengisian kuesioner ulang dan pengukuran kadar gula darah (*posttest*) untuk menilai perubahan pengetahuan dan respons pasien terhadap intervensi. Seluruh hasil kegiatan dianalisis secara deskriptif sebagai dasar evaluasi keberhasilan program PkM.

## 3. HASIL

### Karakteristik Peserta PkM

Berdasarkan kegiatan PkM yang diadakan, maka hasil pertama yang dapat dilaporkan adalah mengenai karakteristik peserta. Karakteristik ini dikelompokkan sesuai jenis kelamin, usia, dan lama menderita DMT2 yang disesuaikan dengan kategori, jumlah dan persentasenya seperti yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Peserta PkM

Karakteristik	Kategori	Jumlah (n)	Persentase (%)
Jenis Kelamin	Laki-laki	7	46,7
	Perempuan	8	53,3
Usia	40–49 tahun	4	26,7
	50–59 tahun	8	53,3
	≥60 tahun	3	20,0
Lama Menderita DMT2	< 5 tahun	6	40,0
	≥ 5 tahun	9	60,0

Sebagian besar peserta PkM berjenis kelamin perempuan sebanyak 8 orang (53,3%), sedangkan laki-laki berjumlah 7 orang (46,7%). Kelompok usia yang paling dominan adalah 50–59 tahun, yaitu 8 peserta (53,3%), diikuti usia 40–49 tahun sebanyak 4 orang (26,7%) dan usia ≥60 tahun sebanyak 3 orang (20,0%). Berdasarkan lama menderita DMT2, mayoritas peserta telah mengalami penyakit tersebut selama ≥5 tahun, yaitu 9 orang (60,0%), sementara 6 orang (40,0%) memiliki riwayat kurang dari 5 tahun.

### Tingkat Pengetahuan

Hasil yang dapat dicapai setelah pelaksanaan PkM adalah terjadinya perubahan tingkat pengetahuan peserta menjadi dominan “Baik” yang masing-masing jumlah dan persentasenya berubah, seperti yang tampak pada tabel 2.

Tabel 2. Tingkat Pengetahuan

Tingkat Pengetahuan	Pretest (n)	Pretest (%)	Posttest (n)	Posttest (%)
Baik	3	20,0	11	73,3
Cukup	5	33,3	3	20,0
Kurang	7	46,7	1	6,7
Total	15	100	15	100

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan tingkat pengetahuan peserta setelah pelaksanaan PkM. Pada pretest, sebagian besar peserta berada pada kategori pengetahuan kurang sebanyak 7 orang (46,7%), sedangkan kategori baik hanya 3 orang (20,0%). Setelah intervensi, jumlah peserta dengan pengetahuan baik meningkat menjadi 11 orang (73,3%), sementara kategori pengetahuan kurang menurun menjadi 1 orang (6,7%).

### Tingkat Kepatuhan

Hasil PkM lainnya yang dapat diperoleh dari kegiatan ini adalah naiknya tingkat kepatuhan menjadi dominan “Patuh”, dimana kuantitas kepatuhan yang cukup dan kurang jumlahnya yang tergolong rendah, hal ini dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Tingkat Kepatuhan

Tingkat Kepatuhan	Jumlah (n)	Persentase (%)
Patuh	11	73,3
Cukup patuh	3	20,0
Kurang patuh	1	6,7
Total	15	100

Sebagian besar peserta menunjukkan kepatuhan yang baik dalam menerapkan paparan sinar matahari pagi, yaitu sebanyak 11 orang (73,3%). Sementara itu, 3 peserta (20,0%) tergolong cukup patuh dan hanya 1 peserta (6,7%) yang menunjukkan kepatuhan rendah terhadap pelaksanaan intervensi.

### Perubahan Kadar Gula Darah

Hasil akhir yang dapat diperoleh dari rangkaian kegiatan PkM ini adalah bahwa setiap peserta dapat mengetahui bahwa melalui kegiatan PkM yang dilaksanakan ini dapat menurunkan kadar gula peserta yang mengartikan bahwa kegiatan ini bermanfaat dalam meningkatkan kualitas hidup peserta seperti yang tampak pada tabel 4.

Tabel 4. Perubahan Rata-rata Kadar Gula Darah

Waktu Pengukuran	Rata-rata (mg/dL)	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
Sebelum PkM	215	180	280
Sesudah PkM	195	160	250

Rata-rata kadar gula darah peserta menunjukkan penurunan setelah pelaksanaan PkM, dari 215 mg/dL sebelum intervensi menjadi 195 mg/dL setelah intervensi. Selain itu, nilai minimum kadar gula darah menurun dari 180 mg/dL menjadi 160 mg/dL, dan nilai maksimum berkurang dari 280 mg/dL menjadi 250 mg/dL.

#### 4. PEMBAHASAN

Hasil kegiatan PkM menunjukkan bahwa pendekatan edukatif dan pendampingan gaya hidup sehat yang melibatkan penerapan paparan sinar matahari pagi memberi dampak positif pada peserta. Peningkatan pengetahuan peserta terlihat signifikan: sebelum intervensi hanya 20% yang memiliki pengetahuan baik, sementara setelah intervensi persentasenya meningkat menjadi 73,3%. Perubahan ini menunjukkan bahwa edukasi berbasis partisipatif efektif dalam meningkatkan pemahaman pasien terhadap manajemen DMT2 dan pentingnya gaya hidup sehat [11]

Kepatuhan terhadap praktik paparan sinar matahari pagi juga tergolong tinggi, dengan 73,3% peserta menunjukkan kepatuhan baik. Hal ini mengindikasikan bahwa intervensi bukan hanya meningkatkan pengetahuan, tetapi juga memotivasi perilaku sehat, yaitu konsistensi melaksanakan paparan sinar matahari pagi sesuai panduan. Temuan ini sejalan dengan prosiding yang menekankan bahwa edukasi dan implementasi berjemur pagi hari merupakan salah satu strategi praktis dalam pencegahan dan pengelolaan diabetes di masyarakat [12].

Selanjutnya, data rantai rata-rata kadar gula darah juga menunjukkan tren penurunan setelah intervensi, dari 215 mg/dL menjadi 195 mg/dL. Penurunan ini meskipun relatif sederhana tetapi konsisten dengan studi kuasi-eksperimental lain yang melaporkan bahwa paparan sinar matahari pagi dapat menurunkan kadar glukosa darah pada pasien diabetes [13]. Secara fisiologis, meskipun penelitian eksperimental menunjukkan bahwa cahaya terang dalam konteks tertentu bisa memengaruhi metabolisme glukosa dan trigliserida pada penderita diabetes, efek sinar pagi alami yang moderat dikaitkan dengan ritme sirkadian yang lebih sehat yang dapat berkontribusi pada pengaturan glukosa darah jangka panjang [14].

Secara biologis, cahaya alami adalah zeitgeber utama bagi ritme sirkadian manusia, yang mengatur metabolisme, termasuk sensitivitas insulin dan homeostasis glukosa. Penelitian prospektif besar menemukan bahwa pola paparan cahaya yang baik pada siang hari serta minimnya paparan cahaya pada malam hari berkorelasi dengan profil metabolik yang lebih sehat dan penurunan risiko diabetes. Gangguan ritme sirkadian akibat paparan cahaya tidak alami, terutama pada malam hari, telah dikaitkan dengan peningkatan resistensi insulin dan kejadian DMT2 [15]. Oleh karena itu, program PkM yang menekankan paparan sinar matahari pagi secara rutin tidak hanya meningkatkan pengetahuan dan kepatuhan tetapi juga mendukung entrainment sirkadian yang dapat berdampak pada kontrol metabolik

Secara keseluruhan, hasil PkM ini mendukung bahwa model pemberdayaan yang menggabungkan edukasi, praktik terarah, dan perubahan perilaku dapat mendorong peningkatan pengelolaan diri pasien DMT2 dalam konteks kehidupan sehari-hari. Pendekatan ini relevan sebagai strategi komunitas yang murah, mudah diimplementasikan, dan dapat dikombinasikan dengan perawatan medis konvensional.

## 5. KESIMPULAN

Kegiatan PkM ini menunjukkan bahwa pemberdayaan pasien DMT2 melalui edukasi dan pendampingan penerapan gaya hidup sehat dengan paparan sinar matahari pagi memberikan dampak positif. Mayoritas peserta berusia 50–59 tahun (53,3%) dan telah menderita DMT2 selama  $\geq 5$  tahun (60,0%), sehingga membutuhkan pendekatan pengelolaan mandiri yang berkelanjutan. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan pengetahuan yang nyata, di mana kategori pengetahuan baik meningkat dari 20,0% menjadi 73,3% setelah intervensi. Tingkat kepatuhan peserta dalam melaksanakan paparan sinar matahari pagi juga tergolong tinggi, yaitu 73,3% patuh. Selain itu, rata-rata kadar gula darah peserta mengalami penurunan dari 215 mg/dL menjadi 195 mg/dL. Temuan ini mengindikasikan bahwa intervensi sederhana, edukatif, dan aplikatif dapat berkontribusi dalam meningkatkan perilaku kesehatan dan mendukung pengendalian glikemik pasien DMT2.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tim PkM mengucapkan terima kasih kepada Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam atas dukungan yang diberikan, serta kepada mitra kegiatan, Rumah Sakit Grandmed Lubuk Pakam, atas kerja sama dan fasilitas selama pelaksanaan kegiatan. Apresiasi juga disampaikan kepada seluruh tim pelaksana dan peserta PkM yang telah berpartisipasi aktif, sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan lancar dan memberikan manfaat nyata bagi masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] American Diabetes Association, Type 2 Diabetes, StatPearls, NCBI Bookshelf, 2024. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513253>.
- [2] K. He, H. Wang, J. Xu, G. Gong, X. Liu, dan H. Guan, "Global burden of type 2 diabetes mellitus from 1990 to 2021, with projections of prevalence to 2044: a systematic analysis across SDI levels for the global burden of disease study 2021," *Frontiers in Endocrinology*, vol. 15, 1501690, Nov. 2024. [Online]. Available: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fendo.2024.1501690/full>
- [3] G. Liu, Y. Li, A. Pan, Y. Hu, S. Chen, F. Qian, E. B. Rimm, J. E. Manson, M. J. Stampfer, G. Giatsidis, dan Q. Sun, "Adherence to a Healthy Lifestyle in Association With Microvascular Complications Among Adults With Type 2 Diabetes," *JAMA Network Open*, vol. 6, no. 1, e2252239, 2023. [Online]. Available: <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2800838>
- [4] I. Sapta Wardani, A. R. Sahly, I. E. Ajmala, dan D. Suryani, "Vitamin D and Type 2 Diabetes Mellitus: Role in Insulin Resistance, Glycemic Control and Long Term Complications," *Jurnal Kedokteran Universitas Mataram*, vol. 11, no. 2, 2024. [Online]. Available: <https://journal.unram.ac.id/index.php/jku/en/article/view/4689>.
- [5] M. Al-Aghbari, A. Al-Kabsi, M. Al-Shamahy, A. Al-Dubai, dan H. Al-Harazi, "Association between Vitamin D Level and Insulin Resistance Among Patients with Type 2 Diabetes Mellitus in Sana'a City," *BMC Endocrine Disorders*, vol. 25, art. no. 79, 2025. [Online]. Available: <https://bmccendocrdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12902-025-01972-7>
- [6] C. Shore-Lorenti, S. L. Brennan, K. M. Sanders, R. E. Neale, R. M. Lucas, dan P. R. Ebeling, "Shining the Light on Sunshine: a systematic review of the influence of sun exposure on type 2 diabetes mellitus-related outcomes," *Clinical Endocrinology*, vol. 81, no. 6, pp. 799–811, Dec. 2014. [Online]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25066830/>
- [7] J. F. Harmsen, I. Habets, A. D. Biancolin, A. M. Gerrits, dan E. F. Van Someren, "Natural daylight during office hours improves glucose control and whole-body substrate metabolism," *Cell Metabolism*, 2025. [Online]. Available: [https://www.cell.com/cell-metabolism/pdf/S1550-4131\(25\)00490-5.pdf](https://www.cell.com/cell-metabolism/pdf/S1550-4131(25)00490-5.pdf).
- [8] E. Poggiogalle, et al., "Circadian regulation of glucose, lipid, and energy metabolism in humans," *PMCID: PMC5995632* – PubMed Central, 2018. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5995632>.
- [9] H. Hermawan, D. Hidayat, and N. A. Aurelia, "Pengaruh paparan sinar matahari pada penderita diabetes melitus tipe 2," *Holistik Jurnal Kesehatan*, vol. 16, no. 3, 2022. [Online]. Available: <https://ejurnalmalahayati.ac.id/index.php/holistik/article/view/6304>

- [10] A. Isworo, “Potensi sinar matahari pagi untuk menurunkan kadar gula darah penderita diabetes,” *Journal of Bionursing*, vol. 2, no. 2, pp. 94–100, 2020, doi:10.20884/1.bion.2020.2.2.50. [Online]. Available: <https://www.mendeley.com/catalogue/b76cf231-4cb6-3b40-8410-2f219a7e5753>.
- [11] L. Marni, A. Armaita, Y. Yoselina, dan K. D. Anggita, “The Effect of Diabetes Self Management Education on Knowledge Improvement in Type 2 Diabetes Mellitus Patients in the Work Area of the Pariaman Health Center, Pariaman City in 2022,” *Jurnal Kesehatan Komunitas (Keskom)*, vol. 11, no. 1, pp. 74–80, Mar. 2025. [Online]. Available: <https://jurnal.hip.ac.id/index.php/keskom/article/view/2076>.
- [12] U. Ernawati, T. A. Wihastuti, dan Y. W. Utami, “Effectiveness of diabetes self-management education (DSME) in type 2 diabetes mellitus (T2DM) patients: Systematic literature review,” *J Public Health Res.*, vol. 10, pp. 404–408, 2021. [Online]. Available: <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/MKI/article/view/15345>
- [13] M. G. Ory, G. Han, C. Nsobundu, K. Carpenter, S.D. Towne JR., “Comparative effectiveness of diabetes self-management education interventions for people with type 2 diabetes mellitus in the Asian Western Pacific region,” *Frontiers in Public Health*, 2025. [Online]. Available: <https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2025.1543298/full>
- [14] J. Sun, Z. Fan, M. Kou, X. Wang, Z. Yue., “Impact of nurse-led self-management education on type 2 diabetes mellitus,” *PubMed Abstract*, 2025. [Online]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40860544>
- [15] G. H. K. Singh, W. S. S. Chee, O. Hamdy., “Eating self-efficacy changes in individuals with type 2 diabetes following a structured lifestyle intervention,” *PLOS ONE*, vol. 15, no. 11, e0242487, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242487>.