

DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PENINGKATAN PENYAKIT DIABETES MELITUS: KAJIAN SCOPING REVIEW

Cathrine Elizabeth Br Naibaho¹, Hartono², Andry Simanullang³
cathrinenaibaho@33gmail.com¹, hartonoahmad@yahoo.com², andrymanullang01@gmail.com³

Universitas Prima Indonesia

ABSTRAK

Perubahan iklim tidak hanya berdampak pada lingkungan dan ekonomi, tetapi juga memiliki konsekuensi kesehatan yang signifikan, termasuk peningkatan prevalensi dan komplikasi diabetes melitus (DM). Penelitian ini bertujuan untuk menelaah keterkaitan antara perubahan iklim dan DM melalui kajian literatur sistematis menggunakan metode scoping review. Sumber data diperoleh dari database PubMed, ScienceDirect, Springer, dan Google Scholar, dengan rentang publikasi tahun 2017–2024. Seleksi dilakukan berdasarkan kriteria inklusi yang melibatkan populasi dengan diabetes, paparan terhadap suhu ekstrem, polusi udara, gangguan pangan, dan ketimpangan sistem layanan kesehatan. Sebanyak 15 artikel ilmiah terpilih untuk dianalisis. Hasil kajian menunjukkan bahwa perubahan iklim meningkatkan risiko DM melalui lima mekanisme utama, yakni suhu ekstrem yang memperburuk kontrol glukosa dan meningkatkan risiko komplikasi, polusi udara (PM2.5, NO2) yang menyebabkan resistensi insulin, gangguan ketahanan pangan yang mendorong pola konsumsi tidak sehat, ketimpangan akses layanan kesehatan pada kelompok rentan, serta disfungsi sistem kesehatan dan alat medis dalam situasi bencana. Simpulan dari kajian ini menunjukkan perlunya kebijakan integratif antara mitigasi perubahan iklim dan penguatan sistem kesehatan sebagai langkah strategis untuk menurunkan beban penyakit tidak menular, khususnya diabetes.

Kata Kunci : Diabetes Melitus, Ketahanan Pangan, Ketimpangan Sosial, Polusi Udara, Suhu Ekstrem.

ABSTRACT

Climate change does not only impact the environment and economy but also has significant health implications, including increasing the prevalence and complications of diabetes mellitus (DM). This study aims to examine the relationship between climate change and DM through a systematic scoping review. Data were obtained from databases such as PubMed, ScienceDirect, Springer, and Google Scholar, published between 2017 and 2024. Selection was based on inclusion criteria involving populations with diabetes, exposure to extreme temperatures, air pollution, food system disruptions, and healthcare system disparities. Fifteen scientific articles were selected for analysis. The review found that climate change exacerbates DM through five main mechanisms: extreme temperatures that worsen glucose control and increase complication risks, air pollution (PM2.5, NO2) inducing insulin resistance, food insecurity promoting unhealthy dietary shifts, health access inequality among vulnerable groups, and health system and medical technology dysfunction during disasters. This study concludes that integrative policies combining climate change mitigation with health system strengthening are essential strategies for reducing the burden of non-communicable diseases, particularly diabetes.

Keywords: Air Pollution, Diabetes Mellitus, Food Insecurity, Social Inequality, Temperature Extremes.

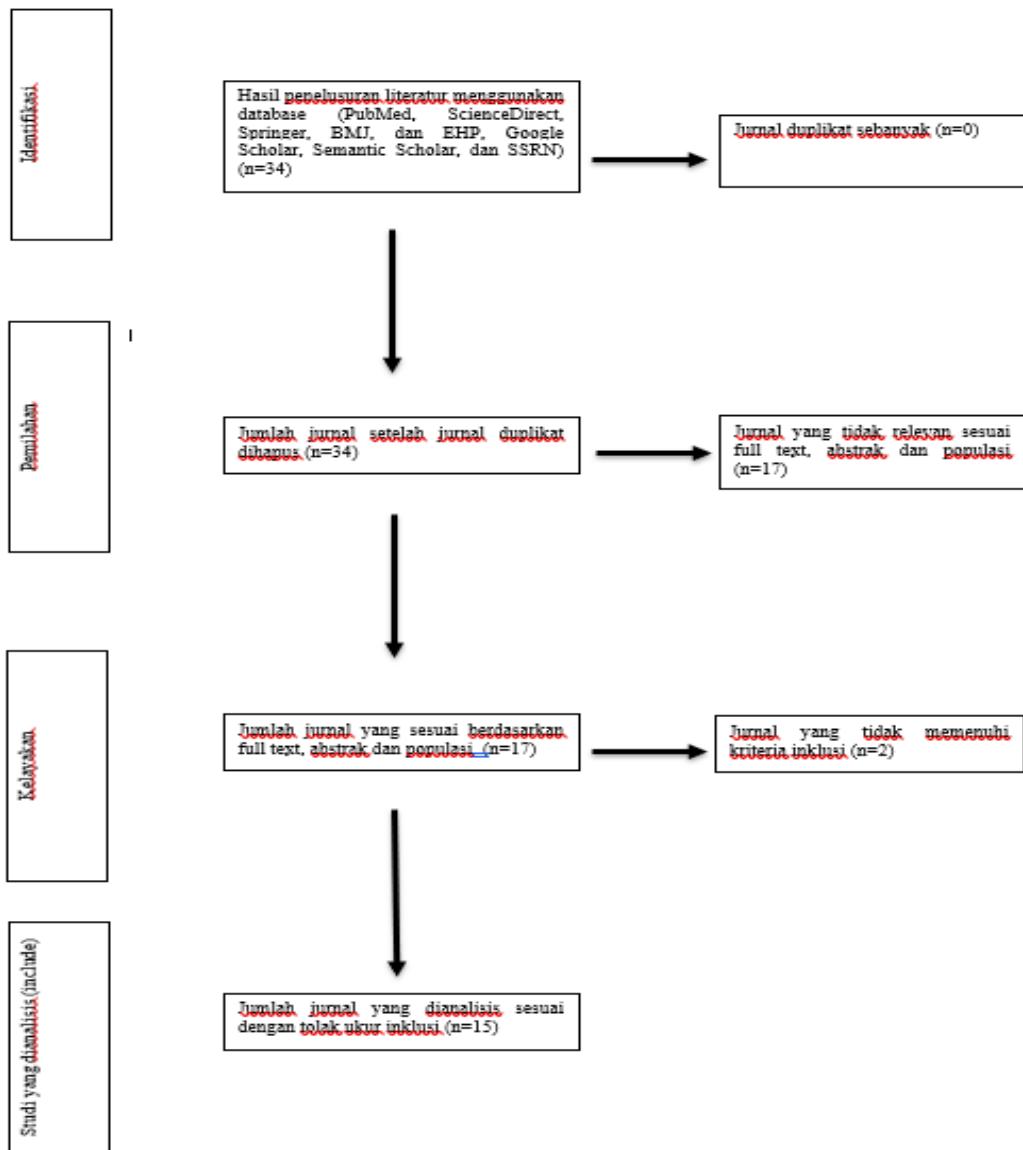
PENDAHULUAN

Perubahan iklim telah menjadi isu global yang berdampak luas terhadap berbagai sektor, termasuk kesehatan masyarakat. Salah satu tantangan kesehatan yang muncul adalah meningkatnya prevalensi penyakit tidak menular, seperti diabetes melitus. Diabetes yang selama ini lebih banyak dikaitkan dengan gaya hidup dan faktor genetik, kini ditemukan memiliki keterkaitan dengan faktor lingkungan, seperti suhu ekstrem, kualitas udara, dan ketahanan pangan. Studi menunjukkan bahwa paparan terhadap suhu tinggi dapat meningkatkan risiko dehidrasi dan komplikasi metabolik pada penderita diabetes. Polusi udara, terutama PM2.5 dan NO₂, juga berkontribusi terhadap inflamasi sistemik dan resistensi insulin.

Di sisi lain, perubahan iklim menyebabkan gangguan terhadap ketersediaan pangan sehat, mendorong konsumsi makanan olahan tinggi gula dan lemak. Selain itu, keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan, terutama pada kelompok rentan seperti lansia, anak-anak, dan masyarakat berpenghasilan rendah, memperburuk pengelolaan diabetes selama krisis iklim. Oleh karena itu, diperlukan pemetaan komprehensif terhadap jalur-jalur dampak perubahan iklim terhadap diabetes agar dapat merumuskan kebijakan kesehatan yang lebih adaptif.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan scoping review untuk mengidentifikasi dan mensintesis literatur ilmiah terkait dampak perubahan iklim terhadap diabetes melitus. Strategi pencarian dilakukan pada database PubMed, ScienceDirect, Springer, Google Scholar, dan Semantic Scholar dengan menggunakan kombinasi kata kunci seperti "climate change", "diabetes mellitus", "air pollution", "temperature", dan "health system". Literatur yang dicari diterbitkan dalam kurun waktu 2017–2024. Kriteria inklusi mencakup studi yang memuat populasi penderita DM (tipe 1, tipe 2, atau gestasional), terpapar elemen perubahan iklim (suhu ekstrem, polusi udara, krisis pangan), serta tersedia dalam full-text. Artikel yang tidak relevan, tidak tersedia lengkap, atau tidak membahas hubungan langsung antara variabel iklim dan diabetes dikeluarkan dari analisis. Seleksi dan sintesis data dilakukan berdasarkan pedoman PRISMA. Total terdapat 15 artikel yang memenuhi kriteria dan dijadikan dasar dalam analisis.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil seleksi literatur yang dilakukan dari berbagai database ilmiah, diperoleh 15 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi. Analisis dari artikel-artikel tersebut menunjukkan bahwa perubahan iklim berkontribusi terhadap peningkatan prevalensi dan komplikasi diabetes melitus melalui lima jalur utama. Penjelasan lebih rinci untuk masing-masing jalur disampaikan sebagai berikut:

Suhu Ekstrem dan Komplikasi Diabetes

Suhu ekstrem, terutama suhu tinggi, berdampak langsung terhadap keseimbangan metabolismik tubuh, khususnya pada penderita diabetes. Penelitian oleh Zilbermint et al. (2020) dan Konkel (2020) menunjukkan bahwa suhu panas dapat menyebabkan dehidrasi, ketidakseimbangan elektrolit, serta memperburuk kontrol glukosa darah. Leonard et al. (2022) menambahkan bahwa lansia dengan diabetes rentan mengalami komplikasi kardiometabolik selama gelombang panas. Selain itu, fluktuasi suhu harian ekstrem pada awal kehamilan diketahui dapat meningkatkan risiko diabetes gestasional, sebagaimana ditunjukkan dalam studi Environmental International (2021).

Paparan Polusi Udara dan Gangguan Glukosa

Polusi udara, terutama partikel halus seperti PM2.5 dan gas NO₂, dikaitkan dengan

resistensi insulin dan peningkatan kadar HbA1c. Studi oleh Ospelt et al. (2023) dan BMC

Medicine (2023) menunjukkan bahwa paparan polusi udara menyebabkan inflamasi kronis dan stres oksidatif yang berdampak buruk terhadap fungsi sel beta pankreas. Selain itu, kualitas udara yang rendah juga menurunkan aktivitas fisik masyarakat, terutama di daerah urban, yang semakin memperburuk kondisi metabolismik pasien diabetes.

Gangguan Ketahanan Pangan dan Pola Konsumsi

Perubahan iklim memengaruhi sistem pertanian, distribusi pangan, dan harga komoditas makanan sehat. Pratiwi (2018) dan Siwi & Theresiatiwi (2017) melaporkan bahwa masyarakat terdampak cenderung beralih ke makanan ultra-proses yang tinggi kalori dan rendah nutrisi. Kondisi ini meningkatkan risiko obesitas dan diabetes tipe 2, terutama pada kelompok sosial ekonomi rendah. Pergeseran pola konsumsi dari makanan alami ke makanan olahan berisiko meningkatkan beban gizi ganda, yakni kekurangan mikronutrien dan kelebihan energi.

Ketimpangan Sosial dan Kesenjangan Akses Layanan

Lo et al. (2023) dan Raveendran (2024) mengungkapkan bahwa masyarakat dari latar belakang ekonomi rendah menghadapi hambatan dalam mengakses fasilitas kesehatan, edukasi pengelolaan diabetes, serta alat pemantauan glukosa. Ketika terjadi gelombang panas atau bencana alam, kelompok ini lebih berisiko mengalami komplikasi karena keterbatasan dalam menyimpan insulin, menjaga suhu ruangan, atau mengakses fasilitas medis. Anak-anak, ibu hamil, dan lansia merupakan populasi yang sangat rentan dalam konteks ini.

Disfungsi Sistem Kesehatan dan Teknologi Medis

Perubahan iklim juga berdampak pada operasional dan efektivitas teknologi medis. Heinemann (2022) dan Greener (2023) menyatakan bahwa suhu tinggi dapat menurunkan akurasi sensor glukosa, mempercepat degradasi insulin, dan menyebabkan kerusakan pada perangkat medis seperti pompa insulin. Chatterjee et al. (2020) menyoroti bahwa banyak sistem kesehatan belum memiliki kesiapsiagaan iklim, terutama dalam distribusi logistik, penyimpanan dingin obat-obatan, dan layanan gawat darurat. Hal ini berpotensi meningkatkan angka komplikasi dan kematian terkait diabetes selama krisis iklim.

Kelima jalur dampak tersebut menunjukkan keterkaitan yang kompleks dan saling memengaruhi antara faktor lingkungan dan manajemen penyakit diabetes. Dengan memahami mekanisme ini secara komprehensif, upaya mitigasi dan adaptasi dapat difokuskan untuk mencegah dampak lebih lanjut terhadap kesehatan masyarakat.

No.	Author	Judul	Tahun	Desain Penelitian	Sample	Hasil	Database
1	Lo et al.	Social inequalities in climate impacts on diabetes in children and adolescents	2023	Cross-sectional	Anak & Remaja di Jerman	<p>Penelitian ini menunjukkan bahwa paparan suhu panas ekstrem memiliki dampak yang lebih signifikan terhadap anak-anak dan remaja dari latar belakang sosial ekonomi rendah, yang cenderung memiliki akses terbatas terhadap fasilitas kesehatan dan lingkungan yang aman. Ketimpangan sosial memperkuat kerentanan kelompok ini terhadap komplikasi diabetes.</p>	SSRN
2	Pratiwi	Dampak perubahan iklim terhadap pola konsumsi dan risiko DM di Indonesia	2018	Literatur Naratif	Populasi Umum	<p>Artikel ini menyoroti bagaimana perubahan iklim berdampak terhadap ketersediaan pangan di Indonesia, yang mendorong perubahan pola konsumsi masyarakat ke arah makanan tidak sehat dan tinggi kalori. Pola ini berkontribusi pada peningkatan prevalensi obesitas dan diabetes melitus tipe 2.</p>	Google Scholar
3	Greener	The weather's no joke for people living with diabetes	2023	Review Naratif	Pasien DM	<p>Studi ini menyoroti bahwa kondisi cuaca ekstrem seperti suhu tinggi, kelembaban ekstrem, dan perubahan iklim berkelanjutan dapat memperburuk kondisi kesehatan</p>	Practical Diabetes 5

						fisik dan mental pada individu dengan diabetes, serta meningkatkan risiko komplikasi, dehidrasi, dan ketidakseimbangan glukosa darah.	
4	Zilbermint et al.	Extreme weather and diabetes management	2020	Narrative Review	Pasien DM tipe 2	Artikel ini mengulas berbagai studi yang menunjukkan bahwa suhu ekstrem, baik panas maupun dingin, dapat memicu ketidakseimbangan metabolismik dan menyebabkan kesulitan dalam mengelola kadar gula darah pada penderita diabetes tipe 2. Hal ini berujung pada peningkatan kejadian hiperglikemia dan hipoglikemia.	PubMed
5	Heinemann	Diabetes technology and the environment	2022	Analisis Teknologi	Pengguna teknologi diabetes	Studi ini membahas bagaimana paparan suhu panas yang tinggi dapat mengganggu efektivitas alat bantu terapi diabetes seperti insulin, sensor glukosa, dan pompa insulin. Hal ini menurunkan keandalan alat dalam pengelolaan diabetes dan memperbesar risiko kesalahan terapi.	Elsevier
6	Yudhani et al.	Efisiensi penanganan DM terhadap jejak karbon 6system kesehatan	2022	Deskriptif	Sistem kesehatan Indonesia	Artikel ini menunjukkan bahwa pengelolaan diabetes yang optimal, terutama dalam sistem kesehatan nasional, memiliki kontribusi terhadap pengurangan emisi	IOP Conference Series

						karbon dan mendukung ketahanan sistem kesehatan terhadap tekanan iklim.	
7	Chatterjee et al.	Healthcare emissions and diabetes care	2020	Analisis Retrospektif	Layanan kesehatan global	Penelitian ini menganalisis bahwa sistem layanan kesehatan yang efisien dalam mengelola diabetes tidak hanya berdampak pada kesehatan pasien tetapi juga mengurangi jejak karbon yang dihasilkan oleh proses medis, transportasi, dan produksi alat kesehatan.	Springer
8	Raveendran	Diabetes and driving: impact of hypoglycemia	2024	Review Klinis	Penderita hipoglikemika	Studi ini mengkaji kaitan antara hipoglikemia dan keselamatan berkendara, serta menyebutkan bahwa perubahan iklim (misalnya suhu tinggi) dapat memperburuk risiko hipoglikemia, yang berbahaya terutama bagi pengemudi dengan diabetes.	BMJ
9	Leonard et al.	Heat and diabetes: hospitalization risks	2022	Kohort	Pasien lansia	Penelitian kohort ini menunjukkan bahwa suhu tinggi secara signifikan meningkatkan angka rawat inap pada pasien diabetes lansia, dengan peningkatan hingga 18%, memperkuat bukti bahwa kelompok usia tua sangat rentan terhadap dampak iklim ekstrem.	Environmental Health
10	Ospelt et al.	Air pollution and glycemic control in DM	2023	Observational	Pasien DM tipe 2	Studi ini menemukan hubungan positif	Diabetologia

						antara paparan jangka panjang terhadap polusi udara, terutama PM2.5, dan tingginya kadar HbA1c pada penderita diabetes. Polusi udara mengganggu pengendalian glukosa darah dan memperburuk komplikasi metabolik.	
11	Sancho Rosario Soares	Impact of climate on DM: literature review	2023	Literature Review	Populasi umum	Tinjauan literatur ini menyimpulkan bahwa perubahan iklim berdampak langsung dan tidak langsung terhadap peningkatan kejadian diabetes, baik melalui mekanisme biologis seperti stres panas, maupun gangguan sistem layanan kesehatan dan ketersediaan obat.	Semantic Scholar
12	Siwi & Theresiati wi	Perubahan iklim dan penyebab DM: Studi Literatur	2017	Literatur Naratif	Populasi Indonesia	Artikel ini menyatakan bahwa perubahan iklim turut memengaruhi penyebab tidak langsung diabetes melalui stres lingkungan, peningkatan konsumsi makanan tidak sehat, dan akses terbatas terhadap layanan kesehatan preventif.	Google Scholar
13	Dewi Yudhani	Climate and non-communicable diseases in Indonesia	2022	Deskriptif	Pasien PTM termasuk DM	Penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan iklim dapat mengganggu pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs), khususnya dalam bidang	IOP Conf. Series

					kesehatan, karena meningkatnya beban penyakit tidak menular seperti diabetes yang berkorelasi dengan suhu dan polusi.	
14	Konkel	Diabetes in Brazil: association with extreme heat	2020	Kohort	Pasien DM Brasil	Artikel ini mengungkapkan bahwa kejadian suhu panas ekstrem di Brazil berkaitan erat dengan meningkatnya angka rawat inap pada penderita diabetes, terutama pada populasi rentan, sehingga diperlukan kebijakan adaptasi iklim di sektor kesehatan.
15	Environmental International	Extreme temperature and GDM risk in China	2021	Kohort	Ibu hamil	Studi kohort ini menunjukkan bahwa variasi suhu harian yang ekstrem selama masa kehamilan memiliki hubungan yang bermakna dengan peningkatan risiko diabetes gestasional (GDM), terutama pada ibu hamil di wilayah tropis seperti Guangzhou, China.

Pembahasan

Hasil kajian menunjukkan bahwa perubahan iklim memiliki keterkaitan erat dengan peningkatan prevalensi dan komplikasi diabetes melitus melalui berbagai jalur yang kompleks. Suhu ekstrem, polusi udara, gangguan ketahanan pangan, ketimpangan sosial, serta lemahnya kesiapsiagaan sistem kesehatan terhadap perubahan iklim menjadi faktor penting yang memperparah kondisi diabetes di berbagai kelompok masyarakat. Diskusi pada bagian ini akan mengulas implikasi dari masing-masing faktor, membandingkan dengan penelitian sebelumnya, serta mengevaluasi potensi intervensi yang dapat dilakukan.

Suhu ekstrem, terutama panas yang berlebihan, terbukti mempengaruhi metabolisme glukosa dan meningkatkan risiko komplikasi akut pada penderita diabetes. Temuan ini sejalan dengan studi Leonard et al. (2022) yang menyebutkan peningkatan insiden komplikasi kardiometabolik selama gelombang panas, terutama pada kelompok usia lanjut. Kondisi ini diperparah dengan kurangnya fasilitas pendingin yang memadai di wilayah rentan, membuat pasien kesulitan menjaga stabilitas suhu tubuh maupun penyimpanan insulin. Hal ini

menunjukkan perlunya edukasi dan infrastruktur adaptif terhadap perubahan suhu ekstrem dalam manajemen penyakit kronis.

Polusi udara merupakan faktor lingkungan lain yang secara biologis berkontribusi terhadap gangguan metabolismik. Paparan jangka panjang terhadap PM2.5 dan NO₂ telah dikaitkan dengan stres oksidatif dan inflamasi kronis yang menyebabkan resistensi insulin. Kondisi ini diperkuat oleh bukti epidemiologis dari Ospelt et al. (2023) dan BMC Medicine (2023) yang mendokumentasikan peningkatan kadar HbA1c pada populasi dengan paparan polusi tinggi. Hal ini menuntut perlunya regulasi lingkungan yang lebih ketat dan promosi ruang hijau di wilayah urban untuk menurunkan paparan polutan.

Gangguan terhadap sistem pangan akibat perubahan iklim turut mendorong perubahan pola konsumsi ke arah yang tidak sehat. Pratiwi (2018) menyebutkan bahwa akses terhadap makanan segar dan sehat menurun, sementara makanan olahan menjadi alternatif yang lebih terjangkau. Hal ini mengarah pada peningkatan risiko obesitas dan diabetes tipe 2. Pendekatan kebijakan pangan yang menekankan ketahanan pangan lokal, urban farming, dan subsidi pangan sehat menjadi langkah strategis untuk mengurangi dampak ini.

Aspek ketimpangan sosial memperlihatkan bahwa perubahan iklim memperlebar kesenjangan dalam pelayanan kesehatan. Kelompok masyarakat berpenghasilan rendah tidak hanya memiliki keterbatasan dalam mengakses fasilitas medis, tetapi juga lebih terpapar risiko bencana lingkungan. Lo et al. (2023) menunjukkan bahwa anak-anak dan lansia dari kelompok ini mengalami gangguan akses insulin, pemantauan glukosa, dan edukasi diabetes selama periode stres iklim. Oleh karena itu, sistem kesehatan perlu diarahkan pada penguatan pelayanan primer dan perlindungan sosial bagi populasi rentan.

Disfungsi sistem kesehatan akibat perubahan iklim menjadi tantangan serius, terutama dalam aspek logistik dan teknologi medis. Heinemann (2022) mencatat kerusakan pada perangkat medis seperti sensor glukosa dan pompa insulin akibat suhu tinggi. Selain itu, distribusi obat-obatan menjadi terganggu akibat infrastruktur logistik yang tidak tahan iklim. Temuan ini mendukung pentingnya integrasi adaptasi iklim dalam sistem kesehatan nasional, termasuk dalam pelatihan tenaga medis, tata kelola logistik farmasi, dan kesiapsiagaan bencana.

Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa perubahan iklim tidak hanya mempengaruhi aspek lingkungan, tetapi juga menciptakan tantangan besar dalam pengendalian penyakit tidak menular seperti diabetes. Oleh karena itu, dibutuhkan respons lintas sektor yang melibatkan pemerintah, sektor kesehatan, lingkungan, pangan, dan sosial untuk merumuskan kebijakan yang adaptif, berkeadilan, dan berbasis bukti dalam menghadapi krisis iklim yang berdampak pada kesehatan masyarakat.

KESIMPULAN

Kajian ini menunjukkan bahwa perubahan iklim memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan prevalensi dan komplikasi penyakit diabetes melitus melalui berbagai jalur yang saling berkaitan, seperti suhu ekstrem, polusi udara, gangguan ketahanan pangan, ketimpangan sosial, serta lemahnya kesiapan sistem kesehatan. Suhu tinggi terbukti memperparah kondisi metabolismik, mengganggu penyimpanan insulin, dan meningkatkan risiko komplikasi, terutama pada kelompok rentan seperti lansia dan ibu hamil. Polusi udara juga memiliki pengaruh biologis terhadap resistensi insulin dan kontrol glukosa darah. Selain itu, krisis pangan akibat perubahan iklim telah mendorong pergeseran konsumsi masyarakat ke arah makanan ultra-proses yang meningkatkan risiko diabetes tipe 2.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Prima Indonesia dan seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, M., & Bambang, W. (2012). Introduction to Public Nutrition. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Chatterjee, R., Davies, M. J., & Khunti, K. (2020). Healthcare emissions and diabetes care. Springer.
- Environmental International. (2021). Extreme temperature and GDM risk in China. ScienceDirect.
- Greener, M. (2023). The weather's no joke for people living with diabetes. Practical Diabetes.
- Heinemann, L. (2022). Diabetes technology and the environment. Elsevier.
- Konkel, L. (2020). Diabetes in Brazil: Association with extreme heat. Environmental Health Perspectives.
- Leonard, S. A., et al. (2022). Heat and diabetes: hospitalization risks. Environmental Health.
- Lo, C. H., et al. (2023). Social inequalities in climate impacts on diabetes in children and adolescents. SSRN.
- Ospelt, C., Hoffmann, C., & Baeuerle, A. (2023). Air pollution and glycemic control in DM. Diabetologia.
- Pratiwi, A. P. (2018). Dampak perubahan iklim terhadap pola konsumsi dan risiko DM di Indonesia. Google Scholar.
- Raveendran, A. V. (2024). Diabetes and driving: Impact of hypoglycemia. BMJ.
- Sancho Rosario Soares, J. (2023). Impact of climate on DM: Literature review. Semantic Scholar.
- Siwi, D. D., & Theresiatiwi, F. (2017). Perubahan iklim dan penyebab DM: Studi Literatur. Google Scholar.
- Yudhani, D., Nugroho, A., & Susanto, T. (2022). Efisiensi penanganan DM terhadap jejak karbon sistem kesehatan. IOP Conference Series.
- Zilbermint, M., Yuen, M., & Ahuja, K. (2020). Extreme weather and diabetes management. PubMed.