



**PEMANFAATAN KECERDASAN BUATAN DALAM PENGELOLAAN NUTRISI
PADA PASIEN DIABETES MELITUS: SUATU TINJAUAN LITERATUR**

Suci Mardiah Sari*, Fatiah Rahmadani, Perawati

Fakultas Kedokteran, Universitas Riau, Jl. Diponegoro No.1, Pekanbaru, Riau, 28133, Indonesia

*sucimardiahsari@gmail.com

ABSTRAK

Diabetes melitus tipe dua adalah penyakit atau gangguan metabolisme kronis yang umum terjadi di berbagai belahan dunia, termasuk Indonesia. Pengelolaan penyakit ini tidak bisa bergantung pada terapi obat saja, pengaturan pola makan yang tepat juga penting dalam terapi diabetes melitus ini. Sayangnya, banyak pasien masih kesulitan menjalankan diet secara konsisten. Seiring kemajuan teknologi, kecerdasan buatan mulai dimanfaatkan untuk mendukung pengelolaan nutrisi pasien diabetes secara lebih personal dan terarah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan kecerdasan buatan dalam pengelolaan nutrisi pada pasien diabetes melitus melalui metode tinjauan pustaka. Literatur diperoleh dari beberapa database seperti PubMed, Google Scholar, dan Science Direct, dengan batasan tahun terbit 2015–2025. Dari hasil pencarian awal, diperoleh 18 artikel yang relevan, dan setelah proses seleksi berdasarkan kriteria inklusi, sebanyak 7 artikel dipilih untuk dianalisis lebih lanjut. Hasil: kajian ini menunjukkan bahwa penggunaan kecerdasan buatan, khususnya melalui teknologi digital twin dan sistem prediktif berbasis data pasien, mampu meningkatkan kontrol glukosa darah, menurunkan resistensi insulin, serta membantu pasien mencapai remisi. Teknologi ini juga mempermudah penyesuaian diet secara individual dan real-time. Dengan demikian, kecerdasan buatan memiliki potensi besar sebagai pendekatan inovatif dalam mendukung pengelolaan nutrisi pasien diabetes melitus secara lebih efektif dan berkelanjutan

Kata kunci: diabetes melitus; kecerdasan buatan; pengelolaan nutrisi

***THE UTILIZATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN NUTRITION
MANAGEMENT FOR PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS: A LITERATURE
REVIEW***

ABSTRACT

Type 2 diabetes mellitus is a chronic metabolic disease or disorder that is commonly found in many parts of the world, including Indonesia. The management of this disease cannot rely solely on pharmacological therapy; appropriate dietary regulation is also essential in diabetes treatment. Unfortunately, many patients still struggle to follow dietary recommendations consistently. With technological advancements, artificial intelligence (AI) has begun to be utilized to support more personalized and targeted nutritional management for diabetic patients. This study aims to explore the utilization of artificial intelligence in the nutritional management of patients with type 2 diabetes mellitus through a literature review method. Literature was obtained from several databases including PubMed, Google Scholar, ScienceDirect, and DOAJ.org, with a publication range between 2015 and 2025. From the initial search, 18 relevant articles were identified, and after applying inclusion criteria, 7 articles were selected for further analysis. Results: This review shows that the application of artificial intelligence, particularly through digital twin technology and patient data-based predictive systems, can improve blood glucose control, reduce insulin resistance, and help patients achieve remission. This technology also facilitates individualized and real-time dietary adjustments. Therefore, artificial intelligence holds great potential as an innovative approach to support more effective and sustainable nutritional management in patients with type 2 diabetes mellitus.

Key words: artificial intelligence; diabetes mellitus; nutrition management

PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) merupakan penyakit metabolisme kronis yang ditandai dengan tingginya kadar glukosa dalam darah akibat gangguan pada produksi atau fungsi insulin. Terdapat dua tipe diabetes yang umum, yaitu tipe 1 yang berhubungan dengan kondisi autoimun, dan tipe 2 yang biasanya disebabkan oleh gaya hidup yang tidak sehat dan resistensi terhadap insulin. Jika tidak ditangani dengan baik, diabetes dapat menyebabkan berbagai komplikasi serius seperti kerusakan pada ginjal, masalah penglihatan, dan penyakit jantung, yang tentunya berpengaruh besar terhadap kualitas hidup para penderita. (Harreiter & Roden, 2023). Saat ini, jumlah penderita diabetes terus meningkat, baik di Indonesia maupun secara global. Menurut data dari International Diabetes Federation (IDF), terdapat sekitar 589 juta dewasa (usia 20-79 tahun) atau 1 dari 9 orang di dunia yang hidup dengan kondisi diabetes. Angka ini diperkirakan akan terus bertambah hingga mencapai 853 juta orang pada tahun 2050. Selain itu, diabetes dikenal sebagai penyebab 3,4 juta kematian pada tahun 2024, yang berarti setiap 9 detik ada kematian akibat diabetes. Indonesia sendiri menduduki peringkat kelima dengan jumlah penderita diabetes terbanyak di dunia, dengan total 20,4 juta orang pada tahun 2024, dan diperkirakan akan meningkat menjadi 28,6 juta orang pada tahun 2050. (America, 2024).

Salah satu strategi penting dalam pengelolaan diabetes adalah dengan menerapkan pola makan yang seimbang dan teratur. Prinsip diet yang sering disarankan adalah 3J, yaitu jumlah yang tepat, jadwal yang tepat, dan jenis makanan yang tepat. Namun, meskipun banyak pasien sudah mengetahui anjuran ini, masih banyak yang kesulitan untuk menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa alasannya antara lain karena kurangnya pengetahuan, kurang disiplin, dan tidak adanya dukungan atau pemantauan yang berkelanjutan. (Kurniasari, Nurwinda Sari, & Warmi, 2021). Seiring berkembangnya teknologi, kini mulai banyak pendekatan baru yang digunakan untuk membantu pasien diabetes dalam mengatur pola makan mereka. Salah satunya adalah pemanfaatan kecerdasan buatan (artificial intelligence/AI). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa AI dapat digunakan untuk membantu merancang pola makan yang lebih personal, memantau asupan makanan, hingga memprediksi respons tubuh terhadap makanan tertentu. Hal ini tentu sangat membantu, terutama bagi pasien yang sulit disiplin atau tidak memiliki akses rutin ke tenaga kesehatan. (Guan et al., 2023). Oleh karena itu, tujuan dari tinjauan literatur ini adalah untuk menganalisis sejauh mana pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan (AI) telah diterapkan dalam pengelolaan nutrisi pada pasien diabetes melitus tipe 2, serta mengevaluasi efektivitas, manfaat, dan tantangan yang dilaporkan dalam berbagai studi terkini.

METODE

Penelitian ini menerapkan metode tinjauan pustaka (literature review). Langkah awal dalam penyusunan tinjauan ini adalah merumuskan fokus pencarian berdasarkan PICO (Patient, Intervention, Comparison, Outcome) sebagai berikut:

P (Patient) : Pasien diabetes melitus tipe 2 tanpa komplikasi berat.

I (Intervention) : Pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) dalam pengelolaan nutrisi.

C (Comparison) : Manajemen nutrisi tanpa menggunakan teknologi kecerdasan buatan.

O (Outcome) : Perbaikan kontrol nutrisi dan kualitas hidup pasien diabetes setelah penerapan teknologi AI.

Selanjutnya, pencarian literatur dilakukan melalui beberapa basis data seperti PubMed, Google Scholar, dan Science Direct. Kata kunci yang diterapkan terdiri dari gabungan istilah: "Artificial Intelligence" AND "Diabetes Mellitus" AND "Nutritional Management" OR "Diet Management".

Proses seleksi artikel dilakukan melalui beberapa tahap, dimulai dengan identifikasi artikel

berdasarkan judul dan abstrak, dilanjutkan dengan penyaringan untuk menyesuaikan dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi dalam pemilihan artikel adalah: (1) penelitian yang dipublikasikan dalam 10 tahun terakhir (2015-2025), (2) artikel dalam bahasa Indonesia atau Inggris, (3) artikel yang dapat diakses secara penuh (full text), dan (4) artikel berupa penelitian primer atau studi review yang relevan. Sedangkan kriteria eksklusi mencakup artikel yang tidak tersedia full text, tidak relevan dengan fokus penelitian, menggunakan bahasa selain Indonesia dan Inggris. Dari hasil pencarian awal, diperoleh 18 artikel, kemudian melalui proses penyaringan, sebanyak 7 artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis dalam tinjauan ini.

HASIL

Hasil Studi Inklusi

Tinjauan ini mencakup tujuh artikel penelitian yang memenuhi kriteria inklusi, yang membahas pemanfaatan kecerdasan buatan dalam pengelolaan nutrisi pasien Diabetes Melitus. Studi-studi tersebut melibatkan berbagai desain penelitian, mulai dari *retrospective observational*, *randomized controlled trial*, hingga *mixed methods*, serta dilakukan di beberapa negara. Subjek yang dilibatkan dalam penelitian memiliki subyek penelitian yang beragam. Beberapa studi menggunakan kelompok kontrol atau data pre-post intervensi sebagai pembanding untuk mengevaluasi efektivitas teknologi berbasis AI dalam mendukung terapi nutrisi medis. Rincian studi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.

Hasil Studi Inklusi

No	Sumber	Negara	Jenis Studi	Usia	Total Sampel	Jenis kelamin
1	(Shamanna, Joshi, et al., 2024)	India	Randomized Controlled Trial	18-70 tahun	319 pasien (233 pada kelompok Digital Twin, 86 pada kelompok Standard Care)	TD
2	(Shamanna, Erukulapati, et al., 2024)	India	Retrospektif Observasional	18-80 tahun	1853 partisipan	20,5% perempuan (n = 379), 79,5% laki-laki
3	(Joshi et al., 2023)	India	Randomized Controlled Trial	18-70 tahun	319 pasien (233 pada kelompok Digital Twin, 86 pada kelompok Standard Care)	TD
4	(Lee et al., 2023)	Korea selatan	Randomized Controlled Trial	19-69 tahun	294 peserta	66,3% laki-laki (n = 181); 33,7% perempuan (n = 92)
5	(Bul et al., 2023)	Inggris	Mixed Methods	27-79 tahun	73 partisipan	79% perempuan (58 dari 73 peserta)
6	(Shamanna et al., 2021)	India	Retrospective cohort	>=18 tahun	463 partisipan	27,4% perempuan (n = 127); 72,6% laki-laki
7	(Shamanna et al., 2020)	India	Retrospective cohort	>= 18 tahun	64 pasien	29,7% perempuan (n = 19), 70,3% laki-laki (n = 45)

Berdasarkan hasil tinjauan dari tujuh studi yang digunakan, pemanfaatan kecerdasan buatan, terutama melalui teknologi *Digital Twin* terbukti memberikan hasil yang sangat signifikan dalam pengelolaan nutrisi pasien diabetes melitus tipe 2. Teknologi ini terbukti mampu memperbaiki kontrol glikemik, meningkatkan sensitivitas insulin, dan menurunkan ketergantungan terhadap pengobatan. Pada studi yang dilakukan oleh Shamanna, Joshi, et al. (2024), sebanyak 72,7% pasien mencapai remisi diabetes tipe 2 dan 94% berhenti menggunakan semua obat diabetes setelah satu tahun mengikuti program nutrisi presisi berbasis *Digital Twin*. Selain itu, intervensi ini juga menunjukkan perbaikan dalam tekanan

darah, profil lipid, fungsi hati, dan penurunan risiko kardiovaskular secara keseluruhan. Hal serupa juga ditemukan pada studi Shamanna, Erukulapati, et al. (2024), yang melaporkan penurunan HbA1c dari 8,1% menjadi 6,3%, serta peningkatan fungsi β -sel dan penurunan berat badan pada sebagian besar partisipan.

Temuan dari Joshi et al. (2023) menunjukkan penurunan HbA1c yang signifikan, dari 9,0% menjadi 6,1% dalam satu tahun. Studi ini juga mencatat penurunan berat badan, indeks massa tubuh (BMI), lingkar pinggang, serta perbaikan pada marker penyakit hati berlemak. Intervensi ini menggunakan integrasi antara AI, sensor IoT, dan bimbingan dari tenaga kesehatan, sehingga memberikan hasil yang lebih menyeluruh dalam manajemen nutrisi presisi. Selain itu, studi dari Lee et al. (2023) di Korea Selatan memperlihatkan bahwa platform digital berbasis AI yang menggabungkan data biometrik dan pencatatan diet menggunakan foto makanan mampu menurunkan HbA1c secara signifikan. Kelompok yang mendapatkan umpan balik dari tenaga medis menunjukkan penurunan berat badan dan gula darah yang lebih stabil dibanding kelompok lain. Hal ini menunjukkan pentingnya dukungan profesional dalam penggunaan teknologi berbasis AI. Studi lain oleh Bul et al. (2023) dari Inggris menyoroti pengalaman pengguna terhadap platform AI yang digunakan selama 8 minggu. Hasilnya, terjadi penurunan berat badan rata-rata sebesar 4,5 kg dan lingkar pinggang sebesar 3,9 cm. Meski sebagian fitur tidak digunakan secara maksimal, platform ini dianggap mudah digunakan, terutama untuk mencari ide resep sehat.

Hasil serupa juga terlihat pada studi Shamanna et al. (2021), yang melaporkan bahwa setelah 90 hari menjalani program *Twin Precision Nutrition (TPN)*, terjadi pergeseran signifikan status diabetes partisipan menuju tahapan remisi, penurunan HbA1c rata-rata sebesar 21,2%, serta penurunan risiko penyakit kardiovaskular hingga 12,7%. Penelitian tahun sebelumnya oleh Shamanna et al. (2020) juga mendukung temuan ini, dengan hasil berupa penurunan HbA1c dari 8,8% menjadi 6,9%, serta penurunan HOMA-IR sebesar 56,9% dan berat badan sebesar 6,1%. Secara umum, pendekatan berbasis *Digital Twin* dan AI menunjukkan hasil yang sangat menjanjikan dalam pengelolaan nutrisi pasien diabetes tipe 2. Selain memberikan hasil klinis yang signifikan dalam waktu relatif singkat, teknologi ini juga menawarkan pendekatan yang lebih personal, mudah dipantau, dan berpotensi digunakan secara luas dalam sistem pelayanan kesehatan. Namun, efektivitas jangka panjang dan implementasinya di berbagai konteks sosial dan ekonomi masih perlu diteliti lebih lanjut dalam studi berskala besar di masa depan.

Tabel 2.
Hasil dan Pembahasan Studi Inklusi

No	Sumber	Negara ^a	Interpretasi	Simpulan
1.	(Shamanna, Joshi, et al., 2024)	India	Teknologi <i>Digital Twin</i> yang didukung <i>machine learning</i> secara signifikan menurunkan kadar HbA1c, memperbaiki sensitivitas insulin, dan mengurangi kebutuhan pengobatan. Sebanyak 72,7% pasien mencapai remisi T2D dan 94% berhenti menggunakan semua obat diabetes setelah satu tahun. Teknologi ini juga memperbaiki tekanan darah, profil lipid, fungsi hati, serta menurunkan risiko kardiovaskular. Intervensi diet konvensional, dengan potensi meningkatkan hasil jangka panjang dan mengurangi beban global diabetes tipe 2.	Teknologi Digital Twin berbasis AI merupakan pendekatan inovatif yang efektif dan skalabel dalam pengelolaan nutrisi presisi untuk remisi Diabetes Tipe 2, memberikan hasil klinis yang lebih unggul dibanding terapi konvensional.
2	(Shamanna, Erukulapati, et al., 2024)	India	Intervensi menggunakan teknologi <i>Digital Twin</i> berbasis AI menunjukkan penurunan signifikan kadar HbA1c dari 8,1% menjadi 6,3% dalam 1 tahun. Sebanyak 89% partisipan mencapai HbA1c < 7%, dan 62,7% berhasil tanpa terapi farmakologis. Terjadi juga penurunan berat badan	Teknologi <i>Digital Twin</i> menawarkan pendekatan inovatif dan personal dalam manajemen Diabetes Melitus Tipe 2. Dengan mengintegrasikan sensor, CGM, pembelajaran mesin, dan pelatihan gaya hidup, intervensi

		dan resistensi insulin, serta peningkatan fungsi β -sel.	ini terbukti efektif dalam memperbaiki kendali glikemik dan mengurangi ketergantungan terhadap obat.	
3.	(Joshi et al., 2023)	India	Intervensi menggunakan teknologi <i>Digital Twin</i> secara signifikan menurunkan kadar HbA1c dari 9,0% menjadi 6,1% dalam 1 tahun ($P < 0.001$), menurunkan berat badan, indeks massa tubuh (BMI), lingkar pinggang, serta memperbaiki marker fatty liver (NAFLD-LFS, FLI, MRI-PDFF). Remisi diabetes tercapai pada 72,7% pasien.	eknologi <i>Digital Twin</i> yang terintegrasi dengan AI, sensor IoT, dan pembimbing kesehatan efektif dalam memperbaiki kontrol glikemik dan marker penyakit hati berlemak (MAFLD) secara bermakna. Pendekatan ini menjanjikan sebagai model manajemen nutrisi presisi untuk T2DM.
4.	(Lee et al., 2023)	Korea Selatan	Platform digital berbasis AI yang mengintegrasikan data biometrik dan manajemen diet dari foto makanan menunjukkan penurunan HbA1c signifikan dibandingkan dengan perawatan rutin. Kelompok dengan feedback medis (grup C) menunjukkan penurunan HbA1c dan penurunan berat badan yang lebih besar dan bertahan lama.	Platform kesehatan digital terintegrasi dengan manajemen diet berbasis AI efektif dalam meningkatkan kontrol glikemik dan penurunan berat badan pada pasien DM tipe 2. Efek lebih signifikan terjadi saat disertai feedback medis dan penggunaan CGM secara berkala. Dapat digunakan sebagai alat yang aman dan efisien dalam pengelolaan mandiri T2DM.
5	(Bul et al., 2023)	Inggris	Penggunaan platform berbasis AI selama 8 minggu menunjukkan penurunan berat badan (rata-rata 4,5 kg) dan lingkar pinggang (rata-rata 3,9 cm). Platform dianggap mudah digunakan, terutama untuk mencari inspirasi resep. Namun, tidak semua fitur (planner, belanja daring) digunakan secara aktif.	Platform AI ini memiliki potensi untuk mendukung manajemen nutrisi pada pasien diabetes, terutama dalam inspirasi resep sehat. Namun, penggunaannya lebih cocok untuk individu baru terdiagnosis atau kurang berpengalaman. Studi lanjutan berskala besar diperlukan untuk mengevaluasi efektivitas jangka panjang.
6	(Shamanna et al., 2021)		Setelah 90 hari menjalani terapi nutrisi presisi berbasis teknologi <i>Digital Twin</i> , distribusi partisipan pada tahapan reversi diabetes mengalami pergeseran signifikan dari mayoritas berada di Stage 6 (terapi farmakologis ≥ 3 obat) menuju Stage 3 atau lebih baik (tanpa obat dan eA1c $< 6,5\%$). Penurunan HbA1c tercatat rata-rata sebesar 21,2%. Penurunan berat badan 6,7%, penurunan BMI 6,3%, serta penurunan risiko penyakit kardiovaskular sebesar 12,7%. Respon terhadap terapi bervariasi antar subkelompok (MOD, MARD, SIRD, SIDD).	Studi ini memperkenalkan dan membuktikan efektivitas pendekatan tahapan reversi diabetes berbasis <i>precision nutrition</i> dan <i>Digital Twin</i> . Hasil menunjukkan peningkatan klinis yang signifikan dalam waktu singkat (90 hari), dengan pengurangan penggunaan obat dan peningkatan parameter metabolik. Pendekatan ini potensial untuk mempersonalisasi terapi T2DM secara lebih efektif dan memotivasi pasien.
7	(Shamanna et al., 2020)		Setelah mengikuti program <i>Twin Precision Nutrition (TPN)</i> selama 90 hari, terjadi penurunan HbA1c dari rata-rata 8,8% menjadi 6,9%, penurunan HOMA-IR sebesar 56,9%, serta penurunan berat badan 6,1%. Sebagian besar pasien menghentikan semua obat diabetes, termasuk insulin dan OHO.	<i>Precision nutrition</i> berbasis <i>digital twin technology</i> secara signifikan memperbaiki kontrol glikemik dan resistensi insulin dalam waktu 3 bulan. Program ini berpotensi tinggi untuk membantu remisi T2DM dan menurunkan ketergantungan terhadap obat jika diterapkan secara berkelanjutan.

PEMBAHASAN

Patofisiologi Diabetes

Diabetes melitus tipe 2 (DMT2), yang sebelumnya dikenal sebagai diabetes non-insulin-dependent, merupakan tipe diabetes yang paling sering ditemukan dan mencakup sekitar 90–95% dari semua kasus yang ada. Penyakit ini ditandai oleh dua gangguan utama, yaitu resistensi insulin dan disfungsi sel β pankreas. Pada tahap awal, tubuh berusaha mengatasi penurunan sensitivitas insulin terutama di jaringan otot, hati, dan lemak dengan meningkatkan produksi insulin oleh sel β . Kondisi ini menyebabkan hiperinsulinemia kompensatorik yang

sementara mampu mempertahankan kadar glukosa darah dalam batas normal.(Banday, Sameer, & Nissar, 2020) Namun, seiring waktu, kapasitas kompensasi ini mulai menurun. Sel β mengalami kelelahan dan kehilangan kemampuannya dalam mempertahankan sekresi insulin yang memadai. Akibatnya, kadar glukosa darah meningkat secara progresif dan menyebabkan hiperglikemia kronis. Meskipun pada sebagian besar kasus kadar insulin tidak turun drastis sehingga jarang menimbulkan ketoasidosis diabetik, kondisi ini tetap dapat muncul saat tubuh mengalami stres berat seperti infeksi akut.(Beno, Silen, & Yanti, 2022).

Patofisiologi DMT2 tidak hanya melibatkan gangguan kerja insulin di jaringan perifer dan kerusakan sel β , tetapi juga perubahan fungsi di berbagai organ lain. Jaringan adiposa, misalnya, berkontribusi terhadap resistensi insulin melalui peningkatan lipolisis dan pelepasan asam lemak bebas. Saluran cerna mengalami penurunan sekresi hormon incretin, yang berperan penting dalam merangsang sekresi insulin pasca-makan. Sel α pankreas juga mengalami disfungsi, ditandai dengan peningkatan produksi glukagon (hiperglukagonemia) yang memperparah hiperglikemia. Ginjal meningkatkan reabsorpsi glukosa, dan otak menunjukkan penurunan respons terhadap insulin, yang turut mengganggu regulasi nafsu makan dan metabolisme energi.(Lestari, Zulkarnain, Sijid, & Aisyah, 2021) Secara keseluruhan, DMT2 adalah kondisi multifaktor yang melibatkan interaksi kompleks antara resistensi insulin, gangguan sekresi insulin, dan disfungsi berbagai organ. Kombinasi dari gangguan ini menghasilkan kelainan metabolik khas yang menjadi ciri utama penyakit ini dan menjadi dasar bagi strategi pengelolaan yang bersifat komprehensif dan individual.

Diet Untuk Pasien Diabetes Melitus

Pengelolaan diabetes melitus tidak hanya bergantung pada terapi farmakologis, tetapi sangat bergantung pada perubahan gaya hidup, terutama pola makan. Diet yang tepat berperan penting dalam mengontrol kadar glukosa darah, menurunkan berat badan, mencegah komplikasi kronis (seperti nefropati, neuropati, dan penyakit kardiovaskular), serta menjaga kualitas hidup pasien. Tujuan diet adalah mencapai kontrol glikemik, tekanan darah, dan profil lipid yang baik, sesuai rekomendasi American Diabetes Association (ADA), yaitu A1C <7%, tekanan darah <140/80 mmHg, LDL <100 mg/dL, trigliserida <150 mg/dL, dan HDL >40 mg/dL pada laki-laki atau >50 mg/dL pada perempuan (American Diabetes Association (ADA), 2024) Terapi nutrisi medis (Medical Nutrition Therapy/MNT) merupakan pendekatan individual untuk mengatur status gizi dan telah terbukti efektif pada pasien dengan diabetes tipe 1, tipe 2, maupun gestasional (Wei et al., 2024). Menurut IDF, pemilihan makanan bergizi dan pengendalian porsi dapat memberi hasil yang setara atau lebih baik dibandingkan terapi obat. Pemahaman tentang jenis zat gizi, waktu makan, dan komposisi makanan menjadi dasar penting dalam pengendalian glukosa. MNT kini dipandang sebagai pilar utama manajemen diabetes.

Dalam praktik, konseling gizi dimulai dari evaluasi pola makan harian, meliputi frekuensi makan, jenis makanan, waktu makan, dan pemahaman pasien terhadap kandungan gizi. Tidak ada distribusi makronutrien yang ideal untuk semua orang; pendekatan harus bersifat individual (Khasanah, Ridlo, & Putri, 2021). Perhimpunan Kedokteran Endokrinologi Indonesia telah menetapkan pedoman nasional mengenai kebutuhan energi dan komposisi makanan untuk mendukung implementasi terapi gizi secara standar dan adaptif. Komponen dietnya terdiri dari,

1. Karbohidrat

Karbohidrat berperan langsung terhadap kadar glukosa darah. Sumber karbohidrat kompleks kaya serat seperti biji-bijian utuh, kacang-kacangan, dan sayuran dapat menurunkan lonjakan glukosa darah postprandial. Asupan disarankan 45–65% dari kebutuhan energi harian, dengan pembatasan sukrosa maksimal 5% dari total energi.

2. Lemak

Total lemak disarankan 20–25% dari kebutuhan energi, maksimum 30%. Lemak jenuh <7%, PUFA <10%, dan MUFA 12–15%. Lemak trans sintetis harus dihindari, sedangkan lemak trans alami dari hewan ruminansia masih dapat dikonsumsi dalam jumlah kecil.

3. Protein

Asupan disesuaikan dengan fungsi ginjal. Untuk kondisi nefropati diabetik: 0,8 g/kg BB ideal/hari. Pada pasien yang menjalani hemodialisis: 1–1,2 g/kg BB ideal/hari. Sumber protein yang dianjurkan meliputi: ikan, ayam tanpa kulit, susu rendah lemak, tahu, tempe, dll.

4. Natrium

Dibatasi <1500 mg/hari. Pembatasan lebih ketat diperlukan pada pasien dengan hipertensi atau komplikasi ginjal.

5. Serat

Dianjurkan 20–35 g/hari. Serat larut membantu mengontrol glukosa dan meningkatkan sensitivitas insulin. Konsumsi >50 g/hari telah dikaitkan dengan penurunan kadar HbA1c secara signifikan.

6. Pemanis Alternatif

Pemanis rendah kalori aman digunakan selama tidak melebihi batas *Acceptable Daily Intake*. Fruktosa tambahan sebaiknya dihindari karena berisiko meningkatkan LDL dan trigliserida, namun fruktosa alami dari buah masih diperbolehkan (Soelistijo, 2021).

Diabetes Plate Method adalah alat edukatif yang praktis digunakan untuk membantu pasien mengatur porsi makan tanpa perhitungan rumit. Piring dibagi menjadi $\frac{1}{2}$ sayuran non-tepung, $\frac{1}{4}$ karbohidrat kompleks, dan $\frac{1}{4}$ protein. Buah dan susu dapat ditambahkan dalam jumlah seimbang sesuai kebutuhan kalori. Sejumlah studi menyimpulkan bahwa tidak ada pola makan tunggal yang cocok untuk semua pasien diabetes. Oleh karena itu, pendekatan diet harus disesuaikan secara individual, mempertimbangkan kebiasaan makan, preferensi budaya, serta target metabolik seperti pengendalian glukosa, berat badan, dan lipid (Evert et al., 2019). Pendekatan personal inilah yang menjadi kunci keberhasilan jangka panjang terapi nutrisi dalam manajemen diabetes.

Implementasi Kecerdasan Buatan dalam Pengelolaan Nutrisi pada Pasien Diabetes Melitus

Pengelolaan nutrisi pada pasien Diabetes Melitus (DM) semakin menunjukkan potensi yang signifikan, terutama dalam hal personalisasi intervensi berbasis data. Dengan memanfaatkan algoritma pembelajaran mesin, sistem AI mampu mengolah data klinis pasien seperti kadar glukosa darah, indeks massa tubuh, riwayat konsumsi makanan, serta tingkat aktivitas fisik untuk mengidentifikasi pola individual yang nantinya akan digunakan untuk menyusun intervensi diet yang sesuai dengan kondisi masing-masing pasien. Salah satu contoh penerapan AI dalam hal ini adalah sistem yang dikembangkan oleh Choi et al. (2023), yang mengintegrasikan data klinis pasien melalui platform digital untuk menghasilkan intervensi nutrisi yang dipersonalisasi. Sistem tersebut tidak hanya mencatat jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi, tetapi juga mengevaluasi respons metabolik pasien terhadap makanan tertentu. Sistem digital seperti yang dikembangkan oleh Jang et al. (2023) menunjukkan bagaimana platform kesehatan digital yang terintegrasi dapat menyatukan data real-time dari perangkat pemantauan glukosa, rekaman makanan, dan aktivitas fisik untuk memberikan rekomendasi yang akurat. Pendekatan ini memungkinkan penyedia layanan kesehatan dan pasien untuk memperoleh wawasan yang lebih dalam mengenai hubungan antara kebiasaan makan dan kontrol glikemik. Melalui teknik analisis prediktif, AI juga mampu mengantisipasi tren metabolik pasien berdasarkan histori data yang dikumpulkan secara kontinu. Misalnya, studi dari Wang et al. (2024) menunjukkan bagaimana model AI dapat mengelompokkan pasien berdasarkan respons metabolik mereka terhadap makanan tertentu, memungkinkan personalisasi intervensi nutrisi secara lebih tepat.

AI memberikan solusi berbasis data untuk merancang diet yang disesuaikan dengan kebutuhan individu penderita DM. Dalam studi yang dilakukan oleh Bensley et al. (2023), sistem rekomendasi diet yang berbasis AI memperhitungkan faktor-faktor seperti preferensi makanan, alergi, status metabolik, dan riwayat medis. Perencanaan diet tidak hanya berfokus pada pengurangan asupan gula, tetapi juga pada keseimbangan makronutrien dan mikronutrien yang sesuai dengan kebutuhan metabolik masing-masing individu. Personalisasi ini juga mencakup penyesuaian terhadap gaya hidup dan budaya makan pasien, yang mana merupakan aspek penting dalam keberhasilan jangka panjang pengelolaan DM. Sebagai contoh, sistem berbasis AI yang diuraikan dalam penelitian oleh Jang et al. (2023) memungkinkan pengguna untuk memilih makanan dari berbagai budaya namun tetap berada dalam batasan diet yang telah ditentukan, yang menunjukkan fleksibilitas AI dalam menyesuaikan diet dengan latar belakang pasien.

Penentuan kebutuhan kalori harian merupakan bagian penting dari pengelolaan diabetes, dan AI memiliki peran signifikan dalam memperkirakan kebutuhan ini secara personal. Menurut Hashimoto et al. (2020), sistem AI dapat menghitung kebutuhan energi berdasarkan data antropometrik, tingkat aktivitas, dan variabilitas glukosa darah pasien. Model prediktif yang digunakan dalam studi tersebut juga mengintegrasikan informasi dari sensor pemantauan glukosa berkelanjutan (CGM), yang meningkatkan akurasi estimasi kebutuhan kalori secara real-time. Lebih lanjut, teknologi ini mampu menyesuaikan rekomendasi kalori sesuai perubahan berat badan atau aktivitas harian, seperti yang dijelaskan oleh Tseng et al. (2021). Adaptabilitas ini membuat AI menjadi alat yang unggul dibandingkan pendekatan konvensional yang cenderung statis dan tidak responsif terhadap perubahan kondisi pasien.

Kemampuan AI untuk melakukan pemantauan berkelanjutan dan memberikan umpan balik secara langsung menjadi salah satu keunggulan dalam pengelolaan nutrisi pasien DM. Dalam penelitian oleh Jang et al. (2023), sistem digital berbasis AI mampu mengintegrasikan data dari wearable device untuk memantau konsumsi makanan dan kadar glukosa darah secara otomatis. Umpan balik diberikan dalam bentuk peringatan atau saran yang real-time, yang meningkatkan kesadaran pasien terhadap pola makan mereka dan memungkinkan koreksi segera jika diperlukan. Selain itu, Hashimoto et al. (2020) menunjukkan bahwa pendekatan ini dapat meningkatkan partisipasi aktif pasien dalam pengelolaan kondisi mereka sendiri, serta memberikan data yang bernilai bagi penyedia layanan kesehatan untuk melakukan intervensi yang lebih terarah dan tepat waktu. Salah satu kontribusi AI yang paling signifikan dalam pengelolaan nutrisi pasien DM adalah kemampuannya dalam memprediksi respons glikemik terhadap makanan tertentu. Studi oleh Zeevi et al. yang diulas kembali oleh Wang et al. (2024), menunjukkan bahwa AI dapat memodelkan respons glukosa individu terhadap berbagai makanan dengan menggabungkan data mikrobioma, gaya hidup, serta data klinis. Model prediksi ini secara signifikan lebih akurat dibandingkan perkiraan berdasarkan indeks glikemik standar, yang tidak memperhitungkan variabilitas individu. Dengan adanya prediksi yang lebih akurat, pasien dapat menghindari lonjakan glukosa yang berbahaya dan mempertahankan kestabilan glikemik yang lebih baik. Dalam studi oleh Litchman et al. (2023), penggunaan model AI ini terbukti membantu pasien mengambil keputusan makan yang lebih baik dalam kehidupan sehari-hari, menunjukkan potensi AI sebagai alat pencegahan komplikasi jangka panjang pada penderita DM.

AI telah digunakan secara luas dalam memberikan rekomendasi makanan berbasis preferensi dan kondisi klinis pasien DM. Berdasarkan temuan Zhou et al. (2024), sistem AI dapat menggabungkan informasi dari sensor makanan, data glikemik, dan riwayat konsumsi untuk menyarankan makanan yang tidak hanya sesuai secara nutrisi tetapi juga meningkatkan kepatuhan pasien terhadap rencana makan. Rekomendasi tersebut diperbarui secara dinamis, mengikuti perubahan respons glikemik individu dan kondisi lingkungan seperti waktu makan

dan aktivitas fisik. Dengan memperhitungkan lebih dari sekadar indeks glikemik, AI juga mempertimbangkan interaksi antar-makanan dan dampaknya terhadap lonjakan glukosa. Sistem seperti ini membantu pasien memilih makanan dengan lebih bijak tanpa harus melakukan perhitungan manual yang rumit, sebagaimana dibuktikan dalam studi oleh Litchman et al. (2023).

SIMPULAN

Pemanfaatan kecerdasan buatan dalam pengelolaan nutrisi pada pasien diabetes melitus tipe dua menunjukkan potensi yang sangat menjanjikan. Teknologi ini mampu meningkatkan efektivitas manajemen diet melalui pendekatan yang bersifat personal dan berbasis data pasien secara real-time. Beberapa studi menunjukkan bahwa penerapan teknologi seperti digital twin dapat membantu menurunkan kadar glukosa darah, memperbaiki sensitivitas insulin, menurunkan berat badan, serta bahkan memungkinkan pasien mencapai remisi dan mengurangi ketergantungan pada obat. Kecerdasan buatan juga membantu pasien dalam memahami dampak konsumsi makanan terhadap kondisi tubuh secara lebih terukur, serta mendorong keterlibatan aktif pasien dalam pengelolaan penyakitnya. Berdasarkan hasil tinjauan, pendekatan ini dinilai mampu mengatasi hambatan umum dalam pengaturan diet konvensional, seperti kurangnya kepatuhan dan keterbatasan pemantauan. Oleh karena itu, kecerdasan buatan dapat menjadi strategi inovatif dalam mendukung manajemen nutrisi yang berkelanjutan bagi pasien diabetes melitus di masa depan..

DAFTAR PUSTAKA

- America, N. (2024). Diabetes around the world - 2024 Diabetes around the world - 2024.
- American Diabetes Association (ADA). (2024). Nutrition for Life: Diabetes Plate Method. 1–2.
- Atmojo, J. T., Ningrum, A. N., Handayani, R. T., Widiyanto, A., & Darmayanti, A. T. (2024). Artificial Intelligence Dalam Praktik Kesehatan. *Jurnal Ilmiah Permas : Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*, 14(3), 1081-1088. <http://journal.stikeskendal.ac.id/imdex.php/PSKM>
- Banday, M. Z., Sameer, A. S., & Nissar, S. (2020). Pathophysiology of diabetes: An overview. *Avicenna Journal of Medicine*, 10(04), 174–188. https://doi.org/10.4103/ajm.ajm_53_20
- Beno, J., Silen, A. ., & Yanti, M. (2022). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析 Title. *Braz Dent J.*, 33(1), 1–12.
- Bul, K., Holliday, N., Bhuiyan, M. R. A., Clark, C. C. T., Allen, J., & Wark, P. A. (2023). Usability and Preliminary Efficacy of an Artificial Intelligence-Driven Platform Supporting Dietary Management in Diabetes: Mixed Methods Study. *JMIR Human Factors*, 10. <https://doi.org/10.2196/43959>
- Ellahham, S. (2020). Artificial Intelligence : The Future For Diabetes Care. *The American Journal Of Medicine*, 133, 895-900. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2020.03.033>
- Evert, A. B., Dennison, M., Gardner, C. D., Timothy Garvey, W., Karen Lau, K. H., MacLeod, J., ... Yancy, W. S. (2019). Nutrition therapy for adults with diabetes or prediabetes: A consensus report. *Diabetes Care*, 42(5), 731–754. <https://doi.org/10.2337/dci19-0014>
- Guan, Z., Li, H., Liu, R., Cai, C., Liu, Y., Li, J., ... Sheng, B. (2023). Artificial intelligence in diabetes management: Advancements, opportunities, and challenges. *Cell Reports Medicine*, 4(10), 101213. <https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2023.101213>
- Harreiter, J., & Roden, M. (2023). Diabetes mellitus: definition, classification, diagnosis, screening and prevention (Update 2023). *Wiener Klinische Wochenschrift*, 135, 7–17. <https://doi.org/10.1007/s00508-022-02122-y>

- Joshi, S., Shamanna, P., Dharmalingam, M., Vadavi, A., Keshavamurthy, A., Shah, L., & Mechanick, J. I. (2023). Digital Twin-Enabled Personalized Nutrition Improves Metabolic Dysfunction-Associated Fatty Liver Disease in Type 2 Diabetes: Results of a 1-Year Randomized Controlled Study. *Endocrine Practice*, 29(12), 960–970. <https://doi.org/10.1016/j.eprac.2023.08.016>
- Khasanah, J. F., Ridlo, M., & Putri, G. K. (2021). Gambaran Pola Diet Jumlah, Jadwal, dan Jenis (3J) pada Pasien dengan Diabetes Melitus Tipe 2. *Indonesian Journal of Nursing Scientific*, 1(1), 18–27.
- Kurniasari, S., Nurwinda Sari, N., & Warmi, H. (2021). Pola Makan Dengan Kadar Glukosa Darah Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Riset Media Keperawatan*, 3(1), 30–35. <https://doi.org/10.51851/jrmk.v3i1.75>
- Lee, Y. Bin, Kim, G., Jun, J. E., Park, H., Lee, W. J., Hwang, Y. C., & Kim, J. H. (2023). An Integrated Digital Health Care Platform for Diabetes Management With AI-Based Dietary Management: 48-Week Results From a Randomized Controlled Trial. *Diabetes Care*, 46(5), 959–966. <https://doi.org/10.2337/dc22-1929>.
- Lestari, Zulkarnain, Sijid, & Aisyah, S. (2021). Diabetes Melitus: Review Etiologi, Patofisiologi, Gejala, Penyebab, Cara Pemeriksaan, Cara Pengobatan dan Cara Pencegahan. *UIN Alauddin Makassar*, 1(2), 237–241. Diambil dari <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb>
- Mullan, I. D., Rivo, M., Sepulveda, M., Park, Y., Snowdon, J., & Rhee, K. (2019). Transforming Diabetes Care Through Artificial Intelligence : The Future Is Here. *Population Health Management*, 22(3), 229–242. <https://doi.org/10.1089/pop.20180.129>
- Shamanna, P., Erukulapati, R. S., Shukla, A., Shah, L., Willis, B., Thajudeen, M., ... Joshi, S. (2024). One-year outcomes of a digital twin intervention for type 2 diabetes: a retrospective real-world study. *Scientific Reports*, 14(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-76584-7>
- Shamanna, P., Joshi, S., Shah, L., Dharmalingam, M., Saboo, B., Mohammed, J., ... Keshavamurthy, A. (2021). Type 2 diabetes reversal with digital twin technology-enabled precision nutrition and staging of reversal: a retrospective cohort study. *Clinical Diabetes and Endocrinology*, 7(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40842-021-00134-7>
- Shamanna, P., Joshi, S., Thajudeen, M., Shah, L., Poon, T., Mohamed, M., & Mohammed, J. (2024). Personalized nutrition in type 2 diabetes remission: application of digital twin technology for predictive glycemic control. *Frontiers in endocrinology*, 15(November), 1485464. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1485464>
- Shamanna, P., Saboo, B., Damodharan, S., Mohammed, J., Mohamed, M., Poon, T., ... Thajudeen, M. (2020). Reducing HbA1c in Type 2 Diabetes Using Digital Twin Technology-Enabled Precision Nutrition: A Retrospective Analysis. *Diabetes Therapy*, 11(11), 2703–2714. <https://doi.org/10.1007/s13300-020-00931-w>
- Soelistijo, S. (2021). Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia 2021. *Global Initiative for Asthma*, 46. Diambil dari www.ginasthma.org.
- Wei, X., Zou, H., Zhang, T., Huo, Y., Yang, J., Wang, Z., ... Zhao, J. (2024). Gestational Diabetes Mellitus: What Can Medical Nutrition Therapy Do? *Nutrients*, 16(8). <https://doi.org/10.3390/nu16081217>