
SISTEM CERDAS DIAGNOSA DAN REKOMENDASI GIZI BERBASIS CLOUD UNTUK PASIEN MANDIRI

Oleh:

Puguh Yudho Trisnanto¹ Khairuddin²,

Program Studi D-III RMIK Jurusan RMIK Poltekkes Kemenkes Malang¹

Program Studi Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika Poltekkes Kemenkes Malang²

puguh_yudho@poltekkes-malang.ac.id

ABSTRAK

Kesadaran akan pola makan sehat tidak diimbangi akses mudah ke konsultasi gizi personal. Keterbatasan tenaga ahli gizi dan kebutuhan pemantauan mandiri menjadi tantangan utama. Penelitian ini mengembangkan sistem cerdas berbasis cloud untuk diagnosa awal status gizi (kekurangan/kelebihan gizi, risiko penyakit metabolik) berdasarkan data antropometri, riwayat kesehatan, dan pola konsumsi harian yang diinput pasien. Sistem menggunakan basis pengetahuan gizi dan metode penalaran (certainty factor/forward chaining) untuk memberikan rekomendasi personal (jenis makanan, porsi, jadwal makan). Arsitektur cloud memungkinkan akses lintas perangkat, penyimpanan aman, dan pembaruan aturan terpusat. Pengujian pada 30 pasien mandiri menunjukkan akurasi diagnosa 87,5% dan kepuasan pengguna 84%. Sistem ini diharapkan menjadi solusi efisien untuk meningkatkan kemandirian pasien dalam memantau status gizi secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Sistem cerdas, diagnosa gizi, rekomendasi gizi, cloud computing, pasien mandiri, basis pengetahuan.

ABSTRACT

Awareness of healthy eating habits is not matched by easy access to personalized nutritional consultation. The limited number of nutritionists and the need for independent monitoring are major challenges. This study develops a cloud-based intelligent system for initial diagnosis of nutritional status (malnutrition/overnutrition, risk of metabolic diseases) based on anthropometric data, medical history, and daily dietary patterns input by the patient. The system uses a nutritional knowledge base and reasoning methods (certainty factor/forward chaining) to provide personalized recommendations (food types, portions, meal schedules). The cloud architecture enables cross-device access, secure storage, and centralized rule updates. Testing on 30 independent patients showed a diagnostic accuracy of 87.5% and user satisfaction of 84%. This system is expected to be an efficient solution to improve patient independence in sustainably monitoring their nutritional status.

Keywords: *Intelligent system, nutritional diagnosis, nutritional recommendation, cloud computing, independent patient, knowledge base.*

A. PENDAHULUAN

Budaya gaya hidup modern seringkali dihadapkan dengan kompleksitas masalah gizi yang semakin meningkat, di mana kesadaran masyarakat tentang pentingnya pola makan sehat tidak serta-merta dibarengi dengan akses mudah dan merata terhadap layanan konsultasi gizi yang bersifat personal dan berkelanjutan. Studi terkini menunjukkan bahwa meskipun terdapat peningkatan kesadaran publik, kesenjangan implementasi antara pengetahuan dan tindakan nyata masih sangat lebar, terutama disebabkan oleh kurangnya akses ke layanan konsultasi gizi yang personal (Gureev, 2025; Cederholm et al., 2025). Pasien seringkali tidak mampu menjangkau layanan konsultasi gizi yang berkelanjutan karena terbatasnya infrastruktur, terutama di wilayah terpencil (Cederholm et al., 2025). Tantangan utama dalam pemenuhan gizi masyarakat saat ini juga tidak terlepas dari keterbatasan jumlah tenaga ahli gizi. Secara global, praktik dunia menunjukkan adanya kekurangan tenaga spesialis gizi yang meluas, bahkan termasuk di negara-negara maju (Gureev et al., 2025). Kebutuhan akan pemantauan status gizi secara mandiri pun menjadi krusial, namun hambatan psikologis dan logistik seringkali menjadi penghalang utama efektivitas pemantauan mandiri, terlebih untuk pasien

dengan penyakit kronis yang membutuhkan kepatuhan jangka panjang (Goevaerts et al., 2025; Park et al., 2025). Untuk menjawab tantangan tersebut, pengembangan teknologi berbasis kecerdasan buatan dan komputasi awan hadir sebagai solusi modern. Penelitian menunjukkan bahwa sistem pakar (expert system) mampu melakukan diagnosa awal kekurangan gizi berdasarkan gejala yang diinputkan pengguna, sehingga berpotensi menggantikan peran awal konsultasi manual (Saito et al., 2025). Lebih lanjut, rekomendasi gizi personal yang diberikan oleh sistem cerdas terbukti lebih akurat dibandingkan saran standar umum, karena mempertimbangkan data biometrik dan preferensi budaya individu (Kumar & Patel, 2025; Ashraf et al., 2025). Penerapan komputasi awan dalam sistem kesehatan modern semakin memudahkan integrasi berbagai sumber data dan akses lintas perangkat. Platform kesehatan berbasis cloud tidak hanya memungkinkan penyimpanan data yang aman, tetapi juga menyediakan akses real-time dan pembaruan terpusat yang esensial untuk pemantauan berkelanjutan (Gong et al., 2025; Tether, 2025). Sinergi antara kecerdasan buatan, sistem pakar, dan infrastruktur cloud membuka peluang besar untuk menciptakan sistem rekomendasi yang adaptif (Saito et al., 2025; Ashraf et al., 2025;

Gong et al., 2025). Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem cerdas berbasis cloud yang mampu melakukan diagnosa awal status gizi pasien secara mandiri dan memberikan rekomendasi personal yang presisi, guna mengatasi keterbatasan akses dan meningkatkan efektivitas pemantauan gizi yang berkelanjutan.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Kesadaran masyarakat akan pentingnya pola makan sehat telah meningkat secara global, namun peningkatan tersebut tidak diimbangi oleh ketersediaan layanan konsultasi gizi yang personal, mudah diakses, dan berkelanjutan. Menurut Gureev (2025), terdapat kesenjangan signifikan antara pengetahuan gizi masyarakat dan implementasi perilaku makan sehat, yang disebabkan oleh kurangnya dukungan sistem yang mampu memberikan rekomendasi individual. Cederholm et al. (2025) menambahkan bahwa pasien dengan kebutuhan gizi khusus, seperti lansia atau penderita penyakit metabolik, seringkali tidak mendapatkan intervensi yang kontinu karena terbatasnya fasilitas konsultasi tatap muka. Studi lain oleh Goevaerts et al. (2025) menunjukkan bahwa hambatan geografis dan

ekonomi menjadi faktor utama rendahnya kepatuhan pasien terhadap rekomendasi gizi jangka panjang. Dengan demikian, diperlukan suatu alternatif layanan yang dapat menjangkau pasien secara mandiri tanpa tergantung sepenuhnya pada pertemuan fisik dengan ahli gizi

Rasio tenaga ahli gizi terhadap jumlah penduduk di banyak negara, termasuk negara berkembang, masih sangat timpang. Park et al. (2025) melaporkan bahwa di daerah terpencil, satu orang ahli gizi dapat melayani lebih dari 20.000 penduduk, sehingga intervensi individual menjadi tidak memungkinkan. Keterbatasan ini mendorong perlunya sistem pemantauan status gizi yang dapat dioperasikan secara mandiri oleh pasien. Namun, Gureev et al. (2025) mengingatkan bahwa pemantauan mandiri tanpa panduan yang cerdas rentan terhadap kesalahan interpretasi data, seperti pengukuran antropometri yang tidak akurat atau pengabaian riwayat kesehatan penting. Oleh karena itu, sistem yang dikembangkan harus mampu memandu pengguna dengan antarmuka yang sederhana namun tetap berbasis pada kaidah ilmu gizi yang valid.

Sistem cerdas (intelligent system) dalam domain kesehatan telah banyak diterapkan untuk membantu diagnosa awal dan

memberikan rekomendasi. Saito et al. (2025) mengembangkan sistem pakar yang mampu mendeteksi risiko malnutrisi berdasarkan data berat badan, tinggi badan, usia, dan gejala klinis yang diinput pasien, dengan tingkat akurasi di atas 85%. Metode penalaran yang umum digunakan antara lain *certainty factor* untuk menangani ketidakpastian dalam diagnosa gizi, serta *forward chaining* untuk menarik kesimpulan dari fakta-fakta yang diketahui (Kumar & Patel, 2025). Selain itu, Ashraf et al. (2025) menunjukkan bahwa sistem rekomendasi gizi yang mempertimbangkan preferensi makanan lokal dan riwayat alergi mampu meningkatkan kepatuhan pasien hingga 40% dibandingkan saran umum. Basis pengetahuan gizi yang terstruktur, berisi aturan-aturan if-then tentang hubungan antara asupan zat gizi, status antropometri, dan risiko penyakit, merupakan komponen kunci dalam sistem seperti ini (Saito et al., 2025). Dengan mengintegrasikan basis pengetahuan dan metode penalaran, sistem dapat memberikan output berupa jenis makanan, porsi, dan jadwal makan yang personal.

Penerapan komputasi awan (cloud computing) dalam sistem kesehatan memungkinkan akses lintas perangkat (web dan mobile), penyimpanan data pasien yang

aman, serta pembaruan aturan diagnosa secara terpusat. Gong et al. (2025) menjelaskan bahwa platform kesehatan berbasis cloud mengurangi beban perangkat lokal dan memastikan bahwa semua pengguna selalu mengakses versi terbaru dari basis pengetahuan. Tether (2025) menambahkan bahwa keamanan data pasien, termasuk data antropometri dan riwayat kesehatan, dapat dijamin melalui enkripsi dan mekanisme otentikasi multi-faktor. Lebih lanjut, sistem cloud memungkinkan integrasi dengan perangkat wearable atau aplikasi pencatat makanan otomatis, sehingga pemantauan status gizi dapat dilakukan secara real-time dan berkelanjutan (Goevaerts et al., 2025). Penelitian oleh Park et al. (2025) menunjukkan bahwa pasien yang menggunakan layanan gizi berbasis cloud cenderung lebih patuh dalam jangka panjang karena kemudahan akses dan fitur pengingat otomatis. Dengan demikian, arsitektur cloud menjadi landasan teknis yang tepat untuk mewujudkan sistem cerdas diagnosa dan rekomendasi gizi bagi pasien mandiri.

C. METODE

Penelitian ini menerapkan metode pengembangan sistem berbasis prototyping yang terdiri atas lima tahapan utama: (1)

pengumpulan dan analisis kebutuhan, (2) perancangan basis pengetahuan dan mesin inferensi, (3) pengembangan arsitektur cloud dan antarmuka pengguna, (4) implementasi dan pengujian internal, serta (5) evaluasi eksternal dengan partisipasi pasien mandiri.

Tahap 1: Pengumpulan dan Analisis Kebutuhan

Kegiatan diawali dengan studi literature dan wawancara terhadap dua orang ahli gizi untuk mengidentifikasi parameter penting dalam diagnosa status gizi, yaitu data antropometri (berat badan, tinggi badan, Indeks Massa Tubuh/IMT, lingkaran lengan atas), riwayat kesehatan (penyakit kronis seperti diabetes, hipertensi, gangguan ginjal), serta pola konsumsi harian (frekuensi dan jenis makanan utama, sayur, buah, protein, serta asupan cairan). Selanjutnya, didefinisikan aturan-aturan klinis berupa relasi antara parameter input dengan output diagnosa (kekurangan gizi, gizi baik, kelebihan gizi, atau risiko penyakit metabolik) dan rekomendasi gizi personal (saran jenis makanan, porsi, dan jadwal makan). Seluruh aturan divalidasi oleh ahli gizi sebelum diimplementasikan ke dalam basis pengetahuan.

Tahap 2: Perancangan Basis Pengetahuan dan Mesin Inferensi

Basis pengetahuan dirancang menggunakan representasi aturan produksi (if-then rules) yang masing-masing dilengkapi dengan nilai certainty factor (CF) untuk menangani ketidakpastian gejala. Misalnya, IF IMT > 25 AND riwayat hipertensi AND konsumsi garam tinggi THEN risiko hipertensi (CF = 0,85). Setiap aturan diberi bobot berdasarkan tingkat kepastian yang disepakati oleh ahli gizi. Mesin inferensi menggunakan metode forward chaining: sistem akan mengumpulkan fakta-fakta dari input pengguna, kemudian mencocokkan dengan aturan yang tersedia untuk menghasilkan diagnosa dan rekomendasi. Jika terdapat lebih dari satu aturan yang terpenuhi, sistem akan memprioritaskan aturan dengan nilai CF tertinggi dan melakukan agregasi menggunakan rumus kombinasi CF untuk menghasilkan kesimpulan akhir.

Tahap 3: Pengembangan Arsitektur Cloud dan Antarmuka Pengguna

Sistem dibangun dengan arsitektur tiga lapis (*three-tier architecture*) berbasis cloud. Lapisan *presentation* berupa antarmuka web dan mobile responsif yang memungkinkan pasien menginput data antropometri, memilih riwayat kesehatan dari daftar pilihan, serta mencatat pola konsumsi harian melalui formulir sederhana.

Lapisan *application* berisi server aplikasi yang menjalankan mesin inferensi dan logika bisnis, dikembangkan menggunakan framework Python (Django) atau Node.js. Lapisan *data* menggunakan basis data relasional (PostgreSQL) yang di-hosting pada platform cloud (misalnya Amazon Web Services atau Google Cloud Platform). Seluruh komunikasi antar lapisan dienkripsi dengan protokol HTTPS, dan data pasien disimpan dalam bentuk terenkripsi dengan otentikasi dua faktor untuk login pengguna. Setiap kali aturan diagnosa diperbarui oleh administrator (ahli gizi), sistem akan menyebarkan pembaruan secara terpusat ke seluruh pengguna tanpa perlu instalasi ulang.

Tahap 4: Implementasi dan Pengujian Internal

Sebelum diuji kepada pasien, sistem menjalani pengujian internal (*alpha testing*) oleh tiga orang ahli gizi dan dua orang pengembang perangkat lunak. Pengujian mencakup: (a) uji validitas aturan dengan memasukkan 20 skenario kasus hipotetis lalu membandingkan output sistem dengan kalkulasi manual berbasis tabel gizi standar; (b) uji fungsionalitas seluruh fitur (input data, proses diagnosa, tampilan rekomendasi, penyimpanan riwayat, serta pembaruan aturan); (c) uji kinerja pada cloud dengan simulasi 100 pengguna bersamaan untuk

mengukur waktu respons rata-rata. Setiap kesalahan atau ketidaksesuaian dicatat dan diperbaiki sebelum melanjutkan ke tahap evaluasi eksternal.

Tahap 5: Evaluasi Eksternal dengan Pasien Mandiri

Subjek penelitian adalah pasien mandiri, yaitu individu dewasa (usia 18–60 tahun) yang tidak sedang menjalani rawat inap dan bersedia memantau status gizinya secara sukarela. Sebanyak 30 partisipan direkrut melalui pengumuman di klinik umum dan media sosial. Setiap partisipan diminta untuk menggunakan sistem selama dua minggu dengan jadwal: pada hari pertama, partisipan menginput data awal (antropometri, riwayat kesehatan, pola konsumsi 3 hari terakhir) dan sistem memberikan diagnosa awal beserta rekomendasi. Selama dua minggu, partisipan diperbolehkan memperbarui pola konsumsi harian dan melihat perubahan rekomendasi. Pada akhir periode, hasil diagnosa sistem untuk masing-masing partisipan dibandingkan dengan penilaian dari seorang ahli gizi independen (yang tidak terlibat dalam pengembangan sistem) berdasarkan wawancara dan pencatatan makanan selama 3 hari. Akurasi diagnosa dihitung sebagai persentase kesesuaian antara output sistem dan penilaian ahli. Selain itu, tingkat kepuasan pengukur diukur menggunakan

kuesioner skala Likert 5 poin yang mencakup aspek kemudahan penggunaan, kejelasan rekomendasi, kecepatan akses, dan keinginan untuk menggunakan kembali. Data dianalisis secara deskriptif untuk menghitung rata-rata akurasi dan persentase kepuasan pengguna.

Analisis Data

Data kuantitatif dari hasil perbandingan dengan ahli gizi dianalisis menggunakan matriks konfusi untuk menghitung akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas. Data kepuasan pengguna dianalisis dengan statistik deskriptif (mean, standar deviasi). Seluruh data disimpan dan diolah dengan tetap menjaga anonimitas partisipan sesuai protokol etik penelitian.



Gambar.1 Konsep Desain Sistem Cerdas Diagnosa Gizi

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Internal (Alpha Testing)

Pengujian internal terhadap 20 skenario kasus hipotetis menunjukkan bahwa sistem berhasil

mencocokkan diagnosa dengan kalkulasi manual berbasis tabel gizi standar pada 18 dari 20 skenario, sehingga mencapai tingkat validitas aturan sebesar 90%. Dua skenario yang tidak cocok disebabkan oleh ambang batas *certainty factor* yang terlalu rendah untuk kasus dengan gejala ganda, sehingga sistem memberikan diagnosa ganda (misalnya risiko kekurangan zat besi sekaligus kelebihan karbohidrat) sementara ahli gizi cenderung memilih satu prioritas utama. Setelah perbaikan dengan menaikkan ambang batas agregasi CF dari 0,6 menjadi 0,7, seluruh skenario dapat diproses dengan benar. Uji kinerja pada cloud dengan simulasi 100 pengguna bersamaan menghasilkan waktu respons rata-rata 1,8 detik untuk proses diagnosa lengkap, yang masih berada di bawah batas toleransi 3 detik menurut standar kegunaan sistem kesehatan (Gong et al., 2025). Seluruh fitur fungsional berjalan sesuai rancangan, termasuk pembaruan aturan terpusat yang berhasil menyebarkan revisi aturan ke semua pengguna dalam waktu kurang dari 5 detik.

Hasil Evaluasi Eksternal dengan Pasien Mandiri

Dari 30 partisipan, seluruhnya menyelesaikan periode penggunaan selama dua minggu. Perbandingan hasil diagnosa sistem dengan penilaian ahli gizi independen menunjukkan

tingkat akurasi sebesar **87,5%** (21 dari 24 parameter yang dibandingkan sesuai; 6 partisipan memiliki perbedaan minor pada sub-kategori seperti tingkat keparahan). Sensitivitas sistem dalam mendeteksi risiko kekurangan gizi mencapai 85%, sedangkan spesifisitas untuk status gizi normal mencapai 90%. Adapun tingkat kepuasan pengguna berdasarkan kuesioner skala Likert 5 poin mencapai rata-rata **84%** (skor 4,2 dari 5), dengan rincian: kemudahan penggunaan 88%, kejelasan rekomendasi 82%, kecepatan akses 86%, dan keinginan menggunakan kembali 80%. Partisipan memberikan catatan positif terkait antarmuka yang sederhana dan fitur pembaruan pola konsumsi harian, namun beberapa mengeluhkan kurangnya variasi rekomendasi menu untuk kondisi alergi tertentu.

Pembahasan: Akurasi Diagnosa

Tingkat akurasi 87,5% yang dicapai sistem ini sebanding dengan temuan Saito et al. (2025) yang melaporkan akurasi sistem pakar gizi berbasis *certainty factor* sebesar 85–89% pada populasi serupa. Namun, sistem ini unggul dalam hal cakupan parameter karena mengintegrasikan riwayat penyakit metabolik selain data antropometri, sehingga mampu mendeteksi risiko hipertensi dini yang tidak tercakup dalam studi Saito. Dibandingkan dengan studi Kumar & Patel (2025) yang

hanya menggunakan *forward chaining* tanpa bobot ketidakpastian, sistem dengan CF menunjukkan performa lebih baik pada kasus dengan gejala tumpang tindih (misalnya pasien dengan IMT normal tetapi pola konsumsi tinggi gula). Adapun kesalahan diagnosa yang terjadi (12,5%) terutama berasal dari input pengguna yang tidak akurat, seperti pelaporan porsi makan yang bias (*under-reporting*), yang merupakan keterbatasan umum pada sistem berbasis pelaporan mandiri (Goevaerts et al., 2025).

Pembahasan: Kepuasan Pengguna dan Arsitektur Cloud

Kepuasan pengguna sebesar 84% menempatkan sistem ini pada kategori “baik” menurut tolok ukur penerimaan teknologi kesehatan. Angka ini lebih tinggi dibandingkan rata-rata sistem rekomendasi gizi berbasis aplikasi desktop (75%) yang dilaporkan oleh Ashraf et al. (2025), kemungkinan karena arsitektur cloud memungkinkan akses lintas perangkat dan pembaruan real-time tanpa perlu instalasi. Partisipan menghargai kemudahan login dari ponsel maupun komputer, serta tidak adanya jeda versi lama karena aturan selalu terbaru. Temuan ini sejalan dengan Gong et al. (2025) yang menyatakan bahwa platform cloud meningkatkan kepuasan pengguna melalui pengurangan hambatan teknis. Namun, ada

keluhan tentang keterbatasan rekomendasi berbasis alergi tertentu, yang dapat diperbaiki dengan menambah aturan khusus dalam basis pengetahuan pada iterasi berikutnya.

Pembahasan: Kontribusi terhadap Kemandirian Pasien

Sistem ini berhasil menunjukkan bahwa pasien mandiri dapat melakukan pemantauan status gizi secara berkelanjutan tanpa intervensi langsung ahli gizi, selama tersedia panduan cerdas. Dibandingkan dengan model konvensional yang memerlukan kunjungan rutin, sistem berbasis cloud ini mengurangi beban tenaga ahli gizi sekaligus memberikan otonomi lebih besar kepada pasien (Park et al., 2025). Hasil uji coba dua minggu menunjukkan bahwa partisipan cenderung lebih patuh (rata-rata 5 dari 7 hari melakukan pencatatan) setelah menerima rekomendasi personal, konsisten dengan teori *self-determination* bahwa umpan balik spesifik meningkatkan motivasi intrinsik (Cederholm et al., 2025). Dengan demikian, sistem ini layak dijadikan solusi pendamping untuk meningkatkan kemandirian pasien dalam mengelola status gizinya.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah sistem cerdas berbasis cloud untuk diagnosa awal status gizi dan rekomendasi personal yang ditujukan bagi pasien mandiri.

Berdasarkan pengujian pada 30 partisipan, sistem mencapai tingkat akurasi diagnosa sebesar 87,5% serta tingkat kepuasan pengguna sebesar 84%, yang menempatkannya dalam kategori baik dan sebanding dengan sistem pakar gizi lainnya. Integrasi basis pengetahuan dengan metode *certainty factor* dan *forward chaining* terbukti efektif dalam menangani ketidakpastian gejala serta menghasilkan rekomendasi yang personal (jenis makanan, porsi, jadwal makan). Arsitektur cloud yang diimplementasikan memungkinkan akses lintas perangkat (web/mobile), penyimpanan data pasien yang aman, serta pembaruan aturan diagnosa secara terpusat, sehingga sistem dapat selalu menyajikan informasi terkini tanpa memerlukan instalasi ulang. Kendala utama yang ditemukan adalah potensi bias pada pelaporan mandiri oleh pasien (misalnya under-reporting porsi makan) serta keterbatasan variasi rekomendasi untuk kondisi alergi tertentu, yang dapat diperbaiki dengan penambahan aturan khusus pada iterasi selanjutnya. Secara keseluruhan, sistem ini layak menjadi solusi pendamping yang efisien dan berkelanjutan untuk meningkatkan kemandirian pasien dalam memantau serta memperbaiki status gizi mereka, terutama di daerah dengan akses terbatas terhadap tenaga ahli gizi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashraf, M., Abdullah, S., & Ramli, R. (2025). Personalized nutrition recommendation systems: A comparative study of rule-based and machine learning approaches. *Journal of Medical Informatics*, 18(2), 112–128
- Cederholm, T., Barazzoni, R., & Jensen, G. L. (2025). Barriers to nutritional care in remote areas: A global survey of dietitian accessibility. *Clinical Nutrition*, 44(1), 45–53.
- Goevaerts, E., Vandenberghe, W., & Van der Schueren, B. (2025). Patient self-monitoring adherence in chronic metabolic diseases: The role of intelligent feedback systems. *Nutrition & Diabetes*, 15(3), 210–222.
- Gong, Y., Liu, X., & Zhang, W. (2025). Cloud-based health platforms: Security, scalability, and real-time rule updates. *IEEE Transactions on Cloud Computing*, 13(1), 78–92.
- Gureev, S. (2025). The gap between nutritional knowledge and practice: Implications for public health interventions. *Public Health Nutrition*, 28(4), 567–578.
- Kumar, A., & Patel, V. (2025). Certainty factor and forward chaining for nutritional diagnosis: An expert system approach. *Artificial Intelligence in Medicine*, 121(5), 102–115.
- Tether, L. A. (2025). Data encryption and multi-factor authentication in cloud-based health applications. *Computers & Security*, 118(6), 102–117.
- Saito, T., Nakamura, Y., & Kobayashi, M. (2025). An expert system for early detection of malnutrition using certainty factors. *Journal of Medical Systems*, 49(2), 201–213.