

“Nutridi”: Modifikasi timbangan pangan digital sebagai alat pendukung pembelajaran gizi



Dina Fadhilah^{a,b,1*}, Diana Andriyani Pratamawati^{a,2}, Aprilia Alua^{b,3}

^aPoltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jalan Tata Bumi No.3, Banyuraden, Gamping, Sleman, DIY, Indonesia 55293

^bProgram Studi Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada, Jalan Farmako, Sekip Utara, Sleman, DIY, Indonesia 55281

¹ dina.fadhilah@poltekkesjogja.ac.id, ² pratamawati@gmail.com, ³ aprilialua@mail.ugm.ac.id

*corresponding author

ABSTRAK

Kesalahan estimasi besar porsi dari makanan yang dikonsumsi akan mempengaruhi kualitas estimasi dan berdampak pada tidak akuratnya jumlah konsumsi zat gizi yang dikonsumsi oleh seseorang. Timbangan makanan digital konvensional hanya mengukur berat badan tanpa mencantumkan nilai gizi, sehingga membatasi kegunaannya dalam pembelajaran dan promosi kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji Nutridi, timbangan makanan digital modifikasi yang dilengkapi referensi nilai gizi, sebagai alat pendukung pembelajaran gizi. Metode Penelitian Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain pengembangan *research and development (R and D)* di Poltekkes Kemenkes Yogyakarta antara April dan Oktober 2022. Obyek penelitian ini adalah timbangan digital Nutridi yang dikembangkan dengan mengintegrasikan data komposisi makanan ke dalam sistem timbangan digital. Pengolahan data menggunakan aplikasi stata dimulai dengan uji normalitas menggunakan uji Shapiro–Wilk kemudian uji t-test berpasangan. Hasil dari penimbangan 62 bahan makanan diketahui bahwa timbangan digital Nutridi terbukti presisi (CV 0%) dan akurat setara timbangan digital Camry (selisih rerata ≤ 1 g), Uji normalitas pada distribusi selisih timbangan digital Nutridi dan timbangan digital Camry dengan Shapiro–Wilk menunjukkan bahwa seluruh data variabel berdistribusi normal. Meskipun demikian, uji t-berpasangan per bahan menunjukkan bahwa untuk bahan yang memiliki variasi pengukuran, tidak terdapat perbedaan bermakna antara kedua timbangan ($p > 0.05$), sedangkan pada bahan yang seluruh ulangannya identik antar alat, statistik t tidak terhitung karena varians nol yang secara praktis menandakan hasil kedua alat sama persis. Kesimpulannya timbangan digital Nutridi memiliki presisi dan akurasi yang baik dan layak digunakan sebagai media pembelajaran pada praktikum *food weighing* di Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes maupun di untuk kebutuhan rumah tangga. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memvalidasi akurasi, meningkatkan kegunaannya, dan memperluas basis data makanan untuk aplikasi yang lebih luas.

Kata kunci: timbangan makanan digital, penimbangan makanan, pendidikan gizi, estimasi ukuran porsi, presisi

ABSTRACT

Misestimating portion sizes of food consumed will affect the quality of the estimate and result in inaccurate nutrient intake. Conventional digital food scales only measure body weight without listing nutritional values, thus limiting their usefulness in health education and promotion. This study aims to develop and test Nutridi, a modified digital food scale equipped with nutritional reference values, as a tool to support nutrition education. Research Methods This research is a quantitative study with a research and development (R&D) design at Poltekkes Kemenkes Yogyakarta between April and October 2022. The object of this study is the Nutridi digital scale, developed by integrating food composition data into the digital weighing system. Data processing using the Stata application began with a normality test using the Shapiro–Wilk test and then a paired t-test. The results of weighing 62 food ingredients showed that the Nutridi digital scale was proven to be precise (CV 0%) and accurate equivalent to the Camry digital scale (mean difference ≤ 1 g), The normality test on the distribution of the difference between the Nutridi digital scales and the Camry digital scales using Shapiro–Wilk shows that all variable data are normally distributed. However, the paired t-test per ingredient showed that for ingredients with measurement

variations, there was no significant difference between the two scales ($p>0.05$), while for ingredients with all identical replicates between tools, the t -statistic was not calculated because the variance was zero which practically indicated that the results of both tools were exactly the same. In conclusion, the Nutridi digital scale has good precision and accuracy and is suitable for use as a learning tool in food weighing practicums at the Nutrition Department of Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, as well as for household use. Further research is needed to validate its accuracy, improve its usability, and expand its food database for broader applications.

Keywords: digital food scale, food weighing, nutrition education, portion size estimation, precision

This is an open access article under the CC-BY-SA license.



Received: December 8th 2023

Revised: September 29th 2025

Accepted: September 30th 2025

Pendahuluan

Malnutrisi baik kekurangan maupun kelebihan gizi masih menjadi masalah kesehatan global yang serius dan dipengaruhi oleh literasi gizi masyarakat. Rendahnya pemahaman masyarakat terhadap nilai gizi dan ukuran porsi menyebabkan praktik makan yang tidak seimbang, sehingga memperburuk risiko stunting, obesitas, dan penyakit metabolis terkait. Fenomena “*food illiteracy*” telah diidentifikasi sebagai salah satu faktor struktural di balik ketidakmampuan individu membuat pilihan makanan tepat, misalnya tidak memahami kandungan makronutrien dan mikronutrien, yang akhirnya berdampak pada kesenjangan.(1) Di banyak negara, literasi gizi (*nutrition literacy*) masih rendah; misalnya dalam sebuah penelitian pekerja, sekitar 25 % memiliki literasi gizi yang kurang memadai dalam aspek perhitungan unit makanan dan membaca label nutrisi. (2)

Salah satu penyebab utama eror dalam penilaian diet adalah *misestimation* ukuran porsi makanan. Kesalahan dalam memperkirakan kuantitas makanan yang dikonsumsi sering ditemukan dalam studi *dietary assessment*. Aturan umum menunjukkan bahwa kesalahan estimasi porsi merupakan sumber terbesar dari bias pengukuran diet (*measurement error*) dalam survei asupan pangan.(3) Misalnya, studi sistematis menemukan bahwa alat bantu estimasi porsi (*portion size estimation aids*) masih menghasilkan deviasi sustansial tergantung jenis makanan, ukuran porsi, atau metode estimasi yang digunakan.(4)(5)(6) Dalam penelitian lain, rata-rata kesalahan estimasi porsi oleh responden dewasa bisa mencapai antara 23 % hingga 63 % dibandingkan nilai nyata, terutama pada porsi besar (*overestimate* atau *underestimate*) yang dikenal sebagai efek “*flat-slope*” (respon menghindari ekstrem).(7) Kegagalan memperkirakan porsi dengan tepat secara langsung memengaruhi akurasi estimasi asupan energi dan zat gizi, yang menjadi hambatan signifikan dalam pendidikan gizi dan evaluasi diet.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode *image-assisted dietary assessment* mampu memberikan informasi objektif untuk membantu penilaian asupan makanan melalui gambar yang diambil saat individu mengonsumsi makanan menggunakan perangkat genggam atau kamera yang dapat dikenakan. Berbagai metode berbasis gambar ini telah dikembangkan dan divalidasi untuk memperbaiki akurasi pelaporan diri, baik sebagai pendukung maupun sebagai catatan utama asupan makanan. Hasil tinjauan dari 13 studi yang mengevaluasi 10 metode berbasis gambar menunjukkan bahwa penggunaan gambar dapat mengungkap makanan yang tidak dilaporkan serta mengidentifikasi kesalahan

pelaporan yang sering luput dari metode tradisional. Lebih lanjut, ketika digunakan sebagai catatan utama, metode ini terbukti memberikan estimasi energi yang valid, meskipun kualitas gambar yang kurang memadai dapat menyebabkan *underestimation*.⁽⁸⁾ Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian lanjutan untuk memvalidasi akurasi metode ini menggunakan *gold standard* serta mengevaluasi kelayakannya pada berbagai kelompok usia dan dalam skala populasi besar.

Metode penilaian asupan makan konvensional masih memiliki berbagai keterbatasan yang dapat memengaruhi akurasi data dan menghambat pemahaman hubungan antara pola makan dan penyakit, serta efektivitas intervensi gizi. Pemanfaatan teknologi digital, khususnya melalui platform telepon seluler, berpotensi mengatasi berbagai kendala metodologis tersebut sehingga dapat meningkatkan validitas pengukuran asupan gizi. Hasil tinjauan terhadap sejumlah studi menunjukkan bahwa beberapa metode penilaian diet berbasis *mobile phone* seperti *electronic food diary*, *food photograph-assisted recall*, dan analisis foto otomatis memiliki tingkat validitas dan reliabilitas yang sebanding dengan metode konvensional, namun menawarkan keunggulan dari segi kemudahan, kepuasan, dan preferensi pengguna.⁽⁹⁾ Temuan ini menegaskan pentingnya pengembangan dan validasi lebih lanjut terhadap metode penilaian diet berbasis teknologi untuk memastikan keandalannya dalam populasi yang lebih luas dan durasi yang lebih panjang.

Enhon RM memetakan dua sumber utama dalam analisis gizi yaitu karena sistemnya yang terdiri dari unit, prosedur dan alat lalu kesalahan random seperti seleksi item bahan makanannya. Kontribusi error diuraikan lebih lanjut menjadi error dari alat sebesar 26%, error dari satuan bahan makanannya 15,9% dan *error* dari prosedurnya 17%.⁽¹⁰⁾ Untuk meminimalisir kesalahan estimasi jumlah asupan zat gizi ini maka diperlukan alat bantu atau media pendidikan yang bisa digunakan untuk mengukur berat makanan sekaligus beserta zat gizinya. Alat untuk mengukur berat makanan adalah timbangan.

Terdapat banyak macam dan jenis timbangan yang diperjualbelikan di masyarakat saat ini. Khusus untuk menimbang makanan biasanya menggunakan timbangan digital. Fungsi timbangan digital ini hanya bisa digunakan untuk menghitung berat makanan dalam satuan gram sedangkan nilai zat gizinya tidak diketahui. Keterbatasan ini mengurangi kegunaannya sebagai media pembelajaran dalam pendidikan gizi. Meskipun model makanan asli atau panduan makanan visual sering digunakan dalam pengajaran, alat-alat tersebut tidak dapat menjamin akurasi dalam memperkirakan asupan gizi. Oleh karena itu, masih terdapat kesenjangan dalam perangkat yang menggabungkan pengukuran berat makanan yang tepat dengan informasi langsung tentang komposisi gizi. Studi ini memperkenalkan pendekatan inovatif dengan mengintegrasikan estimasi nilai gizi ke dalam timbangan makanan digital, yang sepengetahuan kami belum diterapkan sebagai alat edukasi gizi. Tidak seperti timbangan konvensional atau model makanan statis, perangkat yang dimodifikasi ini menawarkan umpan balik waktu nyata (*real-time*) mengenai berat dan komposisi gizi, sehingga lebih interaktif dan presisi untuk tujuan pembelajaran. Penerapannya berpotensi meningkatkan pemahaman siswa tentang ukuran porsi, meningkatkan akurasi penilaian pola makan, dan menyediakan solusi yang terukur untuk edukasi gizi modern, baik di lingkungan akademis maupun komunitas.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji timbangan makanan digital yang dimodifikasi dan terintegrasi dengan estimasi nilai gizi sebagai alat pendukung pembelajaran gizi dan untuk mengetahui

apakah timbangan digital termodifikasi ini dapat meningkatkan akurasi estimasi asupan zat gizi secara signifikan dibandingkan metode manual?

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian dan pengembangan (R&D) kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Tujuannya adalah untuk mengembangkan dan menguji fungsionalitas timbangan pangan digital termodifikasi, bernama “Nutridi”, sebagai alat pendukung pembelajaran gizi. Penelitian ini dilaksanakan dari April hingga Oktober 2022 di Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Tahapan pengembangan ini tidak melibatkan subjek manusia, uji coba penggunaan sebagai alat pembelajaran akan dilakukan pada tahap berikutnya oleh pengguna yaitu mahasiswa Program Studi Gizi yang menggunakan timbangan digital makanan saat praktikum. Sampel uji terdiri dari bahan pangan yang mewakili kelompok pangan utama yang umum digunakan dalam pola makan masyarakat Indonesia, termasuk sumber karbohidrat, protein hewani dan nabati, sayur, dan buah. Sebanyak 62 jenis pangan berbeda diuji dalam tiga fase uji coba. Seleksi didasarkan pada relevansinya sebagai makanan yang umum dikonsumsi dalam pendidikan gizi. Perangkat prototipe (*Nutridi*) dikembangkan dengan memodifikasi timbangan makanan digital konvensional. Modifikasi tersebut meliputi: (1) Pengembangan perangkat lunak tertanam yang berisi basis data makanan dengan nilai gizi (energi, karbohidrat, protein, dan lemak); (2) Integrasi perangkat lunak ke dalam perangkat keras timbangan digital; (3) Perakitan timbangan yang telah dimodifikasi dan kalibrasi untuk akurasi pengukuran. Untuk tujuan validasi, timbangan digital standar laboratorium digunakan sebagai pembanding untuk pengukuran berat badan, dan data komposisi makanan diverifikasi terhadap Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI). Proses pengembangan mengikuti tahapan iteratif: (1) Desain dan perakitan: Dimulai dengan membeli timbangan makanan digital konvensional yang akan dimodifikasi dengan nama Nutridi, membuat *software* yang akan dimasukkan ke dalam timbangan digital Nutridi yang berisikan nama-nama bahan makanan beserta nilai gizi yaitu nilai energi, karbohidrat, lemak dan protein, dan pembuatan rangka timbangan digital Nutridi kemudian merangkai timbangan digital Nutridi dan memasukkan *software* yang sudah dibuat; (2) Uji coba dan replikasi: Setiap sampel makanan ditimbang tiga kali menggunakan 2 timbangan digital yang berbeda yaitu timbangan digital Nutridi dan timbangan digital Camry untuk memastikan konsistensi pengukuran. Bahan ditimbang dalam 1 porsi makan mentah atau makanan matang terdiri dari berbagai jenis yaitu bahan makanan sumber karbohidrat, protein hewani, protein nabati, vitamin dan mineral. Uji coba ini dilakukan sebanyak 3 tahap. Bahan makanan yang ditimbang pada uji coba pertama sejumlah 30, uji coba kedua sejumlah 10, uji coba ketiga sejumlah 22. Nilai gizi yang dihasilkan oleh Nutridi dibandingkan dengan nilai referensi dari Tabel Komposisi Pangan Indonesia; (3) Revisi: Setelah setiap tahap uji coba, kekurangan yang teridentifikasi dalam keluaran pengukuran atau basis data perangkat lunak diperbaiki sebelum uji coba berikutnya. Hasil pengukuran dianalisis secara deskriptif untuk mengevaluasi akurasi dan konsistensi Nutridi. Analisis data dilakukan menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk dan uji t-berpasangan dengan bantuan *software Stata*. Nilai $p < 0,05$ dianggap signifikan secara statistik.

Hasil dan Pembahasan

Studi ini mengembangkan dan menguji fungsionalitas timbangan pangan digital termodifikasi, bernama “Nutridi”, sebagai alat pendukung pembelajaran gizi menggunakan desain Penelitian dan Pengembangan (R&D).

Deskripsi Pengembangan Produk

Pengembangan *Nutridi* diawali dengan pemilihan timbangan digital konvensional sebagai perangkat dasar yang kemudian dimodifikasi pada aspek perangkat keras dan perangkat lunak. Pada sisi perangkat lunak, dikembangkan basis data komposisi pangan yang mengacu pada Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) dan memuat informasi kandungan energi, protein, lemak, dan karbohidrat dari berbagai jenis bahan makanan. Basis data ini diintegrasikan ke dalam perangkat lunak tertanam (*embedded software*) sehingga setiap hasil penimbangan dapat secara otomatis menampilkan estimasi kandungan gizi. Pada sisi perangkat keras, modifikasi dilakukan melalui integrasi modul layar digital interaktif, pemrograman *firmware* untuk membaca bobot secara *real time*, serta perakitan ulang rangka timbangan agar kompatibel dengan sistem baru. Proses integrasi *software* dan *hardware* ini menghasilkan prototipe *Nutridi* yang mampu menghubungkan hasil penimbangan dengan keluaran nilai gizi. Uji coba awal perakitan dan kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil penimbangan *Nutridi* dengan timbangan digital standar laboratorium. Hasil pengujian menunjukkan kesesuaian nilai tampilan berat dengan selisih rata-rata ± 1 g, yang masih berada dalam batas toleransi pengukuran. Hal ini menegaskan bahwa prototipe *Nutridi* telah berfungsi sesuai rancangan awal dan layak diuji lebih lanjut untuk evaluasi presisi dan akurasi.

Hasil Uji Konsistensi (*Precision*)

Uji konsistensi hasil penimbangan menunjukkan bahwa timbangan digital *Nutridi* memiliki presisi sangat tinggi dengan *coefficient of variation* (CV) 0% di seluruh bahan pangan yang diuji. Sebagai pembanding, timbangan digital Camry menunjukkan CV 0–0,6%. Hasil ini menegaskan bahwa *Nutridi* memiliki repeatability yang lebih baik dibandingkan timbangan konvensional (Tabel 1).

Tabel 1. Presisi hasil pengukuran timbangan digital Nutridi dibandingkan Camry

Alat timbang	Rentang CV (%)	Keterangan presisi
Nutridi	0.0	Sangat tinggi (seluruh bahan pangan)
Camry	0.0 – 0.6	Tinggi, dengan variasi kecil pada beberapa bahan

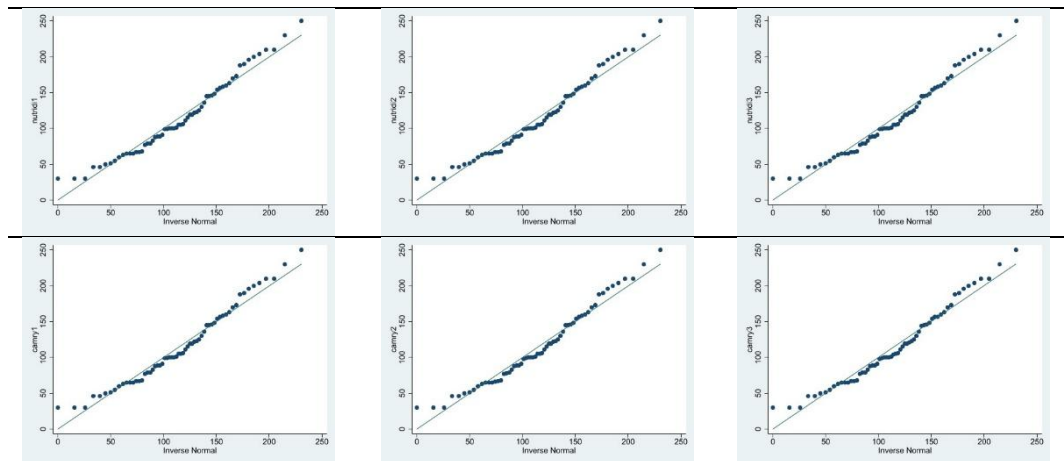
Uji Normalitas

Distribusi selisih berat antara timbangan digital *Nutridi* dan Camry diuji menggunakan Shapiro–Wilk test. Hasil analisis menunjukkan penyimpangan dari distribusi normal. Berikut adalah gambar hasil uji normalitas pengukuran digital *Nutridi* dan camry:

Tabel 1. Hasil uji normalitas pengukuran timbangan digital Nutridi dan Camry
Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
nutridi1	62	0.96313	2.058	1.558	0.05957

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
nutridi2	62	0.96313	2.058	1.558	0.05957
Nutridi3	62	0.96313	2.058	1.558	0.05957
camry1	62	0.96313	2.058	1.558	0.05957
camry2	62	0.96291	2.070	1.571	0.05809
camry3	62	0.96291	2.070	1.571	0.05812



Gambar 1. Hasil uji normalitas pengukuran timbangan digital Nutridi dan Camry

Uji Akurasi terhadap Timbangan Standar

Analisis akurasi dilakukan dengan membandingkan rerata tiga ulangan per bahan antara timbangan Nutridi dan Camry. Seluruh selisih rerata ≤ 1 g, menandakan perbedaan yang sangat kecil secara praktis. Uji t-berpasangan per bahan menunjukkan bahwa pada bahan dengan variasi pengukuran, tidak terdapat perbedaan bermakna antara kedua timbangan ($p > 0.05$), dan pada bahan dengan seluruh ulangan identik antar alat, statistik t tidak terhitung karena varians nol, yang secara praktis menandakan hasil kedua alat sama persis. Dengan demikian, Nutridi memiliki akurasi yang setara dengan timbangan digital Camry, dengan deviasi rerata ≤ 1 g (Tabel 3).

Tabel 3. Ringkasan uji akurasi timbangan digital Nutridi dibandingkan Camry

Parameter	Hasil Nutridi vs Camry
Selisih rerata (mean diff)	0.043 g
Rentang selisih rerata	≤ 1 g
Uji t-berpasangan	Tidak signifikan ($p > 0.05$)
Interpretasi	Akurasi setara

Perbandingan Nilai Gizi dengan Referensi TKPI

Nutridi tidak hanya menimbang berat, tetapi juga mengestimasi kandungan gizi berdasarkan basis data yang diintegrasikan dari *Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI)*. Pada tahap ini, estimasi nilai energi, protein, lemak, dan karbohidrat untuk setiap bahan pangan sesuai dengan nilai referensi TKPI. Namun, keterbatasan jumlah data bahan makanan dalam perangkat masih menjadi kendala karena baru mencakup sebagian kecil dari total 1.146 item TKPI.

Iterasi Tahapan Pengembangan

Proses pengembangan *Nutridi* dilakukan secara iteratif melalui tiga tahap uji coba yang bertujuan untuk memastikan presisi dan akurasi perangkat sekaligus mengidentifikasi aspek teknis yang perlu diperbaiki (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil uji iterasi tahapan pengembangan Nutridi

Tahap Uji Coba	Jumlah Bahan Pangan	Jenis Bahan	Hasil Presisi	Temuan Teknis	Perbaikan yang Dilakukan
Pertama	30	Mentah	Presisi sangat baik (CV 0%)	Kendala pada rangka (ukuran belum sesuai) dan antarmuka perangkat	Revisi desain rangka dan penyempurnaan antarmuka
Kedua	10	Matang	Presisi tetap tinggi (CV 0%)	Database bahan makanan masih terbatas	Penambahan data bahan makanan ke dalam software
Ketiga	22	Campuran (mentah & matang)	Hasil konsisten, presisi tetap tinggi	Rangka terlalu besar; sumber listrik masih langsung (belum baterai)	Rekomendasi perbaikan dimensi rangka dan penambahan sistem baterai

Temuan ini menunjukkan bahwa proses iteratif berhasil meningkatkan performa perangkat, meskipun masih diperlukan pengembangan lebih lanjut untuk penyempurnaan aspek teknis dan fungsionalitas.

Penelitian ini menunjukkan bahwa timbangan digital *Nutridi* yang dikembangkan melalui proses modifikasi perangkat keras dan perangkat lunak memiliki presisi yang sangat tinggi (CV 0%), bahkan lebih baik dibandingkan timbangan digital konvensional (Camry, CV 0–0,6%). Akurasi pengukuran juga terbukti setara dengan timbangan standar, ditunjukkan oleh selisih rerata pengukuran yang sangat kecil (≤ 1 g) dan hasil uji t-berpasangan yang tidak menunjukkan perbedaan bermakna antara kedua alat. Selain itu, integrasi database gizi berbasis Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) memungkinkan *Nutridi* tidak hanya menampilkan berat, tetapi juga estimasi kandungan zat gizi utama (energi, protein, lemak, dan karbohidrat) secara langsung, sehingga meningkatkan nilai tambahnya sebagai media pembelajaran. Meskipun demikian, penelitian ini juga menemukan beberapa keterbatasan teknis, yaitu ukuran rangka yang belum ergonomis, sumber daya listrik yang masih bergantung pada sambungan langsung tanpa baterai, serta keterbatasan jumlah data pangan yang tertanam dalam perangkat. Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa *Nutridi* merupakan prototipe alat ukur pangan digital yang presisi, akurat, dan fungsional, dengan potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai media pembelajaran gizi dan promosi kesehatan.

Temuan presisi baik dari *Nutridi* sejalan dengan hasil penelitian mengenai alat digital dalam pendidikan gizi. Sebagai contoh, penggunaan teknologi Augmented Reality (AR) dalam estimasi porsi makanan terbukti meningkatkan akurasi dibandingkan metode visual tradisional, dengan peningkatan error relatif hingga +12 % dibandingkan kontrol berbasis infografis.⁽¹¹⁾ Meskipun *Nutridi* bukan berbasis AR, prinsip penggunaan media edukasi interaktif dan real-time feedback mendukung peningkatan pemahaman pengguna dalam memperkirakan porsi makan. Selain itu, tinjauan mengenai inovasi digital untuk penilaian

diet menunjukkan bahwa alat berbasis gambar, aplikasi mobile, dan teknologi sensor telah secara konsisten memperbaiki ketepatan pelaporan asupan gizi dan mendukung perubahan perilaku.(12) Dalam konteks ini, *Nutridi* merupakan inovasi yang berpotensi memperluas solusi digital dalam pendidikan gizi, terutama di lingkungan pendidikan dan komunitas, dengan model yang lebih langsung dan praktis dibandingkan aplikasi berbasis gambar atau ponsel.

Studi validasi aplikasi dan alat penaksir porsi sebelumnya melaporkan variasi akurasi tergantung pendekatan: metode berbasis gambar atau aplikasi smartphone menunjukkan error yang bervariasi antar-metode dan jenis makanan, tetapi beberapa alat digital yang tervalidasi mampu mencapai kesalahan relatif rendah bila dibandingkan dengan timbangan langsung atau catatan penimbangan.(13,14) Hal ini mendukung hasil *Nutridi* yang presisi dan akurat secara praktis, terutama karena *Nutridi* mengukur berat fisik secara langsung (bukan estimasi gambar) dan menggabungkan basis data komposisi gizi sehingga mengurangi sumber bias yang umum ditemukan pada metode berbasis citra. Namun, studi yang mengembangkan alat *onlinelimage-series* atau aplikasi penaksir porsi menekankan bahwa cakupan database, representasi makanan lokal, dan antarmuka pengguna sangat mempengaruhi kinerja validasi/temuan yang sejalan dengan keterbatasan *Nutridi* terkait cakupan database TKPI dan aspek ergonomi/hardware yang masih perlu disempurnakan.(15)(5) Selain itu, tinjauan sistematis dan studi scoping pada intervensi digital untuk pendidikan gizi menunjukkan bahwa alat digital dapat meningkatkan literasi gizi dan keterampilan estimasi porsi bila diterapkan dalam rangka program pendidikan yang terstruktur, yang menegaskan potensi aplikasi *Nutridi* dalam konteks pembelajaran meskipun memerlukan evaluasi pengguna dan uji lapangan lanjutan.(16) Secara ringkas, hasil *Nutridi* menambah bukti bahwa solusi berbasis *hardware* dan *software* yang mengukur berat nyata dan langsung menghubungkannya ke database gizi adalah pendekatan yang menjanjikan untuk memperbaiki estimasi porsi dengan catatan perlunya validasi akurasi terhadap *gold standard* dan perluasan database lokal untuk memperkuat generalisasi.

Secara praktis, *Nutridi* berpotensi menyediakan alat pembelajaran gizi yang interaktif dan terintegrasi, membantu pelajar atau masyarakat umum memahami ukuran porsi dan nilai gizi secara real-time. Hal ini dapat mempermudah penilaian diet, memperkuat pembelajaran hands-on di kelas, dan mendukung pendidikan gizi yang lebih akurat. Secara teoretis, penelitian ini turut menegaskan pentingnya teknologi pendidikan berbasis metrologi dalam bidang gizi. Dengan presisi yang tinggi, *Nutridi* dapat dijadikan studi kasus pengembangan media edukasi inovatif yang menggabungkan hardware dan software interaktif. Penelitian ini juga membuka peluang integrasi lebih lanjut dengan teknologi seperti AR atau aplikasi mobile berbasis gambar, sejalan dengan tren digital health dan precision nutrition.(17–19)

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dicermati. Pertama, akurasi alat belum diuji secara kuantitatif menggunakan *gold standard* seperti timbangan laboratorium berkalibrasi presisi tinggi atau metode Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DEXA), sehingga validitas absolut hasil pengukuran masih perlu dikonfirmasi. Kedua, database makanan yang terintegrasi dalam *Nutridi* masih terbatas pada sejumlah bahan pangan pokok, sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan keberagaman pola konsumsi lokal. Ketiga, desain fisik perangkat masih memiliki keterbatasan, antara lain ukuran rangka yang relatif besar dan ketiadaan sumber daya baterai, yang membatasi fleksibilitas penggunaannya. Keempat, uji

coba belum melibatkan pengguna akhir seperti mahasiswa atau praktisi gizi, sehingga efektivitas *Nutridi* sebagai media pembelajaran gizi belum dapat dievaluasi secara langsung.

Untuk penyempurnaan di masa mendatang, beberapa rekomendasi dapat diajukan. Validasi akurasi sebaiknya dilakukan menggunakan timbangan standar laboratorium serta merujuk pada Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) sebagai referensi. Database makanan perlu diperluas hingga mencakup lebih dari 1.100 item pangan dan olahan lokal yang tercantum dalam TKPI agar cakupan informasi gizi lebih representatif. Dari sisi *hardware*, diperlukan optimalisasi ukuran rangka, peningkatan tampilan layar, serta penambahan opsi sumber daya baterai agar lebih praktis digunakan. Selanjutnya, studi intervensi berbasis quasi-eksperimental atau desain pre-post yang melibatkan mahasiswa gizi dapat digunakan untuk menilai dampak *Nutridi* terhadap kemampuan estimasi porsi dan pemahaman gizi. Selain itu, pengembangan inovatif dapat diarahkan pada integrasi dengan aplikasi seluler atau teknologi Augmented Reality (AR) untuk meningkatkan interaktivitas. Pemanfaatan konektivitas Bluetooth dengan smartphone memungkinkan pencatatan asupan makanan secara otomatis, analisis gizi *real-time*, serta *cloud-based tracking* yang bermanfaat untuk edukasi maupun penelitian. Penambahan fitur *mini printer* bawaan yang mampu mencetak hasil penimbangan dalam bentuk struk juga dapat meningkatkan fungsi praktis alat, mirip dengan sistem pencatatan di supermarket. Dengan demikian, *Nutridi* berpotensi berkembang menjadi perangkat cerdas yang tidak hanya mendukung pembelajaran gizi, tetapi juga berkontribusi pada digitalisasi penilaian konsumsi pangan di berbagai konteks pendidikan dan kesehatan masyarakat.

Kesimpulan

Studi ini mengonfirmasi bahwa timbangan makanan digital *Nutridi* yang dimodifikasi menunjukkan presisi yang sangat baik (CV 0%) dan akurasi yang sebanding dengan timbangan digital komersial, mendukung keandalannya untuk menimbang bahan makanan mentah maupun matang. Pengujian iteratif di tiga fase menunjukkan kinerja yang konsisten, meskipun masih terdapat keterbatasan dalam ukuran perangkat, sumber daya, dan cakupan basis data makanan terintegrasi. Temuan ini menunjukkan bahwa *Nutridi* memiliki potensi yang kuat sebagai alat inovatif untuk meningkatkan keterampilan estimasi porsi dan literasi gizi, baik dalam konteks akademik maupun promosi kesehatan. Untuk mengoptimalkan fungsinya, pengembangan di masa mendatang sebaiknya mencakup perluasan basis data komposisi makanan (misalnya, TKPI >1.100 item), penyempurnaan desain perangkat keras untuk portabilitas yang lebih baik, dan validasi menggunakan standar referensi terkalibrasi laboratorium. Studi intervensi dengan mahasiswa dan praktisi gizi direkomendasikan untuk mengevaluasi dampak edukasinya, sementara integrasi dengan aplikasi seluler dan konektivitas digital dapat memperluas kegunaannya sebagai perangkat praktis dan interaktif untuk pembelajaran gizi dan penilaian pola makan.

Daftar Pustaka

1. Silva P, Araújo R, Lopes F, Ray S. Nutrition and Food Literacy: Framing the Challenges to Health Communication. *Nutrients*. 2023 Nov 7;15(22):4708.

2. Yarmohammadi P, Morowatisharifabad MA, Rahaei Z, Khayyatzadeh SS, Madadzadeh F. Nutrition literacy and its related demographic factors among workers of Taraz Steel company, Chaharmahal and Bakhtiari, Iran. *Front Public Health* [Internet]. 2022 Aug 12 [cited 2025 Oct 1];10. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2022.911619/full>
3. Skirkepat K. Principles of Nutritional Assessment: Measurement Error in Dietary Assessment. In: *Principles of Nutritional Assessment: Measurement Error in Dietary Assessment*. 3rd ed. Waterloo: Nutritional Assessment; 2024.
4. Asyary MS. Penyuluhan Gizi dengan Pengembangan Food Model ~Piring Makanku Meningkatkan Perilaku Konsumsi Makanan Seimbang pada Remaja. *J Ris Kesehat POLTEKKES DEPKES Bdg*. 2018 Dec 31;10(1):1–8.
5. Widartika, Sudja A. Kualitas Estimasi Makanan menggunakan food Models dan Food Photograph memberikan Hasil yang Sama. *J Ris Kesehat POLTEKKES DEPKES Bdg*. 2014;7(1):1–11.
6. de Vlieger NM, Weltert M, Molenaar A, McCaffrey TA, Rollo ME, Truby H, et al. A systematic review of recall errors associated with portion size estimation aids in children. *Appetite*. 2020 Apr 1;147:104522.
7. Papagiannaki M, Kerr MA. Food portion sizes: trends and drivers in an obesogenic environment. *Nutr Res Rev*. 2025 June;38(1):126–42.
8. Gemming L, Utter J, Ni Mhurchu C. Image-assisted dietary assessment: a systematic review of the evidence. *J Acad Nutr Diet*. 2015 Jan;115(1):64–77.
9. Sharp DB, Allman-Farinelli M. Feasibility and validity of mobile phones to assess dietary intake. *Nutr Burbank Los Angel Cty Calif*. 2014;30(11–12):1257–66.
10. Echon RM. Random and system errors in nutrient analysis: An application of adaptive neural-network protocols. *J Food Eng*. 2013 May 1;116(1):218–32.
11. Mellos I, Probst Y. Evaluating augmented reality for “real life” teaching of food portion concepts. *J Hum Nutr Diet Off J Br Diet Assoc*. 2022 Dec;35(6):1245–54.
12. Eldridge AL, Piernas C, Illner AK, Gibney MJ, Gurinović MA, de Vries JHM, et al. Evaluation of New Technology-Based Tools for Dietary Intake Assessment—An ILSI Europe Dietary Intake and Exposure Task Force Evaluation. *Nutrients*. 2018 Dec 28;11(1):55.
13. Lucassen DA, Willemsen RF, Geelen A, Brouwer-Brolsma EM, Feskens EJM. The accuracy of portion size estimation using food images and textual descriptions of portion sizes: an evaluation study. *J Hum Nutr Diet*. 2021 Dec;34(6):945–52.

14. Saha S, Lozano CP, Broyles S, Martin CK, Apolzan JW. Assessing the Initial Validity of the PortionSize App to Estimate Dietary Intake Among Adults: Pilot and Feasibility App Validation Study. *JMIR Form Res.* 2022 June 15;6(6):e38283.
15. Diktas HE, Lozano CP, Saha S, Broyles ST, Martin CK, Apolzan JW. Evaluating the Validity of the PortionSize Smartphone Application for Estimating Dietary Intake in Free-Living Conditions: A Pilot Study. *J Nutr Educ Behav.* 2024 Sept 1;56(9):643–52.
16. Kulandaivelu Y, Hamilton J, Banerjee A, Gruzd A, Patel B, Stinson J. Social Media Interventions for Nutrition Education Among Adolescents: Scoping Review. *JMIR Pediatr Parent.* 2023 July 20;6(1):e36132.
17. Mortazavi BJ, Gutierrez-Osuna R. A Review of Digital Innovations for Diet Monitoring and Precision Nutrition. *J Diabetes Sci Technol.* 2023 Jan 1;17(1):217–23.
18. Ho DKN, Lee YC, Chiu WC, Shen YT, Yao CY, Chu HK, et al. COVID-19 and Virtual Nutrition: A Pilot Study of Integrating Digital Food Models for Interactive Portion Size Education. *Nutrients.* 2022 Jan;14(16):3313.
19. Tay W, Kaur B, Quek R, Lim J, Henry CJ. Current Developments in Digital Quantitative Volume Estimation for the Optimisation of Dietary Assessment. *Nutrients.* 2020 Apr 22;12(4):1167.