

Implementasi Arsitektur *MobileNetV2* pada Sistem Klasifikasi Kelengkapan Komponen Makanan Siswa Berbasis *Website*

¹Ni Putu Ayu Sri Ratnasari, ²I Gede Adnyana, ³Putu Surya Wedra Lesmana

⁴Made Suci Ariantini, ⁵Komang Kurniawan Widiartha

^{1*,2,3,4,5}Informatika/Teknik Informatika, Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia
Denpasar, Indonesia

*Korespondensi: adnyana@instiki.ac.id

Submit : 23 Sept 2026 | Diterima : 27 Okt 2026 | Terbit : 29 Okt 2026

ABSTRACT

Fulfilling balanced food components for school-aged children is crucial, yet manual daily consumption monitoring is often impractical, time-consuming, and highly prone to subjective assessment. To overcome these challenges, this study aims to design and develop a Website-based student food component classification system (NutriKids) to create an independent, interactive, and structured intake evaluation ecosystem for students. The system development utilizes a Research and Development (R&D) approach alongside the ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) model. The computational method implemented is a Convolutional Neural Network (CNN) based on the lightweight MobileNetV2 architecture. This model is specifically designed to detect five basic food components carbohydrates, proteins, vegetables, fruits, and dairy aligning with the "Isi Piringku" guidelines. Based on the testing phase, the model's inference results, evaluated through a Confusion Matrix, demonstrated excellent reliability, achieving an average accuracy of 92.25% and a precision of 92.17%. This achievement is strongly supported by the application of a 0.60 probability threshold, which proved highly effective in suppressing False Positives. Furthermore, functionality testing via Black Box Testing confirmed that all interface features, from authentication to the history dashboard, operate flawlessly without any constraints. User acceptance, measured using the System Usability Scale (SUS), yielded an average score of 77.50, indicating that the system falls into the "Good" usability category. The study concludes that the MobileNetV2 architecture was successfully integrated into a Website platform as a functional, real-time food component classification system. Its effect on students' eating behavior has not yet been tested. Future research is recommended to conduct longitudinal studies on eating behavior change and to integrate volumetric mass estimation features for a more comprehensive intake analysis.

Keywords: ADDIE; Computer Vision; Food Components; MobileNetV2; Website.

ABSTRAK

Pemenuhan komponen makanan seimbang pada anak usia sekolah merupakan hal krusial, namun pemantauan konsumsi harian secara manual seringkali tidak praktis, memakan waktu lama, dan rentan terhadap penilaian subjektif. Untuk mengatasi tantangan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang bangun sistem klasifikasi kelengkapan komponen makanan siswa berbasis *Website* (NutriKids) guna menciptakan ekosistem evaluasi asupan yang mandiri, interaktif, serta terstruktur bagi siswa. Pengembangan sistem menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Metode komputasi yang diimplementasikan adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis arsitektur *MobileNetV2* yang berkinerja ringan. Model ini secara khusus dirancang untuk mendeteksi lima komponen makanan dasar karbohidrat, protein, sayur, buah, dan susu yang sejalan dengan pedoman "Isi Piringku". Berdasarkan pengujian, hasil inferensi model yang dievaluasi melalui *Confusion Matrix* menunjukkan tingkat keandalan yang sangat baik dengan rata-rata akurasi 92,25% dan presisi 92,17%. Pencapaian ini didukung oleh penerapan ambang batas probabilitas (*threshold*) sebesar 0,60 yang terbukti efektif menekan angka *False Positive*. Selanjutnya, pengujian fungsionalitas melalui *Black Box Testing* mengonfirmasi bahwa seluruh fitur antarmuka, mulai dari otentikasi hingga dasbor histori, berjalan tanpa kendala. Evaluasi penerimaan pengguna yang diukur menggunakan *System*

Usability Scale (SUS) menghasilkan rata-rata skor 77,50, yang berarti sistem memiliki tingkat *usability* yang baik. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa arsitektur *MobileNetV2* berhasil diintegrasikan pada platform *Website* sebagai sistem klasifikasi kelengkapan komponen makanan yang berfungsi secara *real-time*. Pengaruh sistem terhadap perilaku makan siswa belum diuji. Rekomendasi penelitian selanjutnya adalah studi longitudinal terhadap perubahan perilaku makan serta pengintegrasian fitur estimasi massa volumetrik untuk analisis asupan yang lebih komprehensif.

Kata Kunci: ADDIE; Computer Vision; Komponen Makanan; *MobileNetV2*; *Website*.

PENDAHULUAN

Pemenuhan kelengkapan komponen makanan pada anak usia sekolah secara nyata menjadi perhatian utama dalam dunia kesehatan dan pendidikan (Pengabdian Komunitas et al., 2024), sejalan dengan pedoman "Isi Piringku" yang menekankan keseimbangan porsi karbohidrat, protein (lauk-pauk), sayur, buah, dan susu dalam satu sajian (Safina Salma et al., 2025). (Sreedharan, Sundar, & Narmadha, 2024) menjelaskan bahwa estimasi nutrisi berbasis citra dengan akurasi tinggi dibutuhkan untuk menggantikan metode konvensional yang sering gagal mengenali komponen makanan. (Hidayat, Syarif Ash-Shiddiq, & Amalya, 2024) menyebut bahwa integrasi klasifikasi makanan menggunakan arsitektur *MobileNetV2* pada platform berbasis *Website* merupakan langkah efektif untuk mengenali jenis dan kategori komponen makanan secara langsung (Khalid, Ali, & Khalid, 2025). Populasi anak sekolah yang besar menjadi tantangan sekaligus dorongan yang menjadikan pemantauan kelengkapan komponen makanan seakan tidak ada habisnya, mulai dari program makan bergizi gratis hingga pemantauan bekal harian (Wibisono & Santosa, 2026). Variasi menu makanan yang ditawarkan mengharuskan adanya instrumen evaluasi yang objektif terhadap kelengkapan komponen tersebut (Moridu, Kasim, Paramata, Karim, & Daud, 2025).

Menurut (Nadeem, Shen, Choy, & Barakat, 2023), pencatatan asupan makanan secara manual sangat tidak praktis dan sering diabaikan pengguna karena memakan waktu lama, sehingga diperlukan sistem deteksi *real-time* untuk merekam riwayat komponen makanan yang dikonsumsi setiap hari. Menurut (Abiyev, Rahib, Adepoju, & Joseph, 2024), pengenalan makanan secara otomatis menggunakan *Deep Convolutional Neural Networks* mampu meningkatkan akurasi klasifikasi secara signifikan pada objek makanan yang memiliki variasi visual kompleks. Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan edukasi pola makan seimbang, jika dipenuhi dengan baik akan menciptakan kemandirian siswa dalam memantau kelengkapan komponen makanannya sendiri (Salmadita, 2024).

Faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan pemantauan kelengkapan komponen makanan siswa adalah kemudahan interaksi, objektivitas klasifikasi komponen (karbohidrat, protein, sayur, buah, dan susu), kecepatan pemrosesan, serta pengalaman evaluasi yang menyenangkan (Farhan & Muhammad Arifin, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan edukasi pola makan sangat tergantung pada kualitas instrumen yang digunakan, sehingga terdapat relevansi antara teknologi *Computer Vision* dengan peningkatan kesadaran siswa terhadap kelengkapan komponen makanannya secara mandiri (Alim Murtopo, Aditdya, Septiana Ananda, & Gunawan, 2024). (Shao et al., 2023) menunjukkan bahwa sistem estimasi nutrisi berbasis visi komputer terbukti lebih unggul dibandingkan pengamatan visual biasa. Umpan balik instan terhadap kelengkapan komponen makanan harian diharapkan mendorong kebiasaan makan yang lebih teratur dan berkelanjutan (Hermin Neli, Hayuti Windha Pagiu, Lucia Yogyakarta Suramas, & Fera Dwiyantri, 2024).

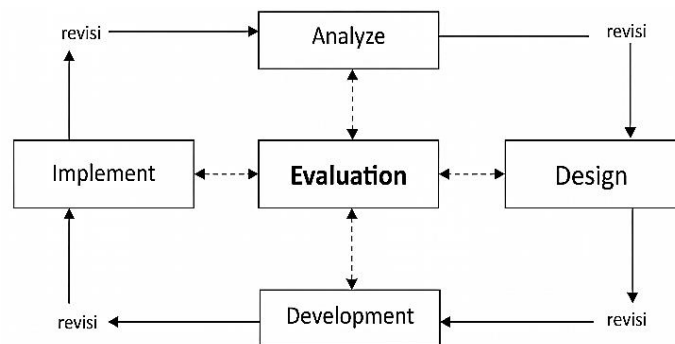
Penelitian terdahulu pada pengenalan makanan berbasis citra umumnya berfokus pada estimasi kandungan nutrisi atau kalori, antara lain melalui NutriFoodNet (Sreedharan, Sundar, & Narmadha, 2024), jaringan fusi RGB-D (Shao et al., 2023), dan aplikasi seluler NutriSnap (Carl et al., 2026). Pendekatan tersebut bergantung pada estimasi kuantitatif atau data tambahan dan, pada studi yang ditinjau, belum menilai apakah satu sajian telah memenuhi lima komponen Isi Piringku. Penelitian lain memanfaatkan *MobileNetV2* untuk klasifikasi jenis makanan pada platform *Website* (Hidayat, Syarif Ash-Shiddiq, & Amalya, 2024) atau pengenalan buah dan sayur (Khalid, Ali, & Khalid, 2025), tetapi cakupannya tidak diarahkan pada evaluasi kelengkapan komponen oleh siswa sekolah dasar. Sementara itu, edukasi Isi Piringku di sekolah dilakukan melalui kegiatan edukasi kesehatan (Hermin Neli, Hayuti Windha Pagiu, Lucia Yogyakarta Suramas, & Fera Dwiyantri, 2024) (Pengabdian Komunitas et al., 2024), yang tidak dirancang untuk memberi umpan balik individual setiap hari. Berdasarkan keterbatasan tersebut, kontribusi

NutriKids adalah (1) klasifikasi *multi-label* lima komponen Isi Piringku dengan ambang probabilitas 0,60, (2) antarmuka berbasis *Website* yang dirancang berdasarkan masukan kepala sekolah dan dapat diakses melalui Chromebook, serta (3) fitur histori yang memungkinkan siswa memantau kelengkapan bekalnya dari waktu ke waktu.

Sebagai suatu ekosistem pendidikan, lingkungan sekolah dasar merupakan tempat yang menuntut penekanan pada pemantauan kelengkapan komponen makanan secara berkelanjutan, sehingga siswa memiliki lebih banyak kesadaran mengenai pemenuhan lima komponen dasar (karbohidrat, protein, sayur, buah, dan susu) sesuai pedoman Isi Piringku. Untuk mengetahui kondisi berdasarkan fenomena yang ada, penelitian ini dilakukan di salah satu Sekolah Dasar di Bali dengan mengambil objek porsi makanan siswa, meninjau sejauh mana unjuk kerja sistem klasifikasi kelengkapan komponen makanan serta pencapaian edukasi mandiri dari teknologi tersebut. Lingkungan sekolah tersebut dipilih karena infrastruktur digitalnya cukup memadai dan telah didukung perangkat Chromebook bagi aktivitas interaktif siswa. Arsitektur *MobileNetV2* dipilih karena relevansinya yang tinggi dalam pengolahan citra berkinerja ringan, sehingga cocok diterapkan pada sistem berbasis *Website* dengan fitur histori konsumsi dan notifikasi kelengkapan komponen makanan secara *real-time*. Integrasi teknologi kecerdasan buatan sebagai alat bantu evaluasi menjadi tolak ukur keberhasilan dalam menciptakan kesadaran dan kemandirian siswa dalam memantau kelengkapan komponen makanannya sendiri.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) untuk menghasilkan produk berupa sistem klasifikasi kelengkapan komponen makanan berbasis *Website*. Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) (Haliza & Pratiwi, 2024). Pemilihan model ini didasarkan pada alurnya yang sistematis dan sangat sesuai untuk merancang bangun sistem klasifikasi komponen makanan siswa berbasis kecerdasan buatan karena setiap tahapan mengevaluasi keselarasan teknis dan fungsional secara berkesinambungan. Selain itu, fleksibilitas model ADDIE mendukung penciptaan sistem interaktif digital yang kompleks, mulai dari arsitektur *machine learning* hingga antarmuka *Website*. Setiap fase diimplementasikan melalui pendekatan terstruktur sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan Penelitian ADDIE (Haliza & Pratiwi, 2024)

1. Tahap *Analysis* (Analisis)

Analisis kebutuhan dilakukan melalui wawancara mendalam semi-terstruktur dengan satu informan, yaitu Kepala Sekolah di salah satu SD Negeri di Bali. Wawancara menggunakan pedoman yang memuat tiga topik utama, yaitu praktik pemantauan kelengkapan bekal siswa saat ini, kesiapan infrastruktur digital sekolah, dan harapan terhadap tampilan serta fitur sistem. Jawaban informan dicatat, dirangkum, dan dikelompokkan per topik, kemudian diterjemahkan menjadi daftar kebutuhan sistem (*requirement*) yang menjadi dasar tahap *Design*.

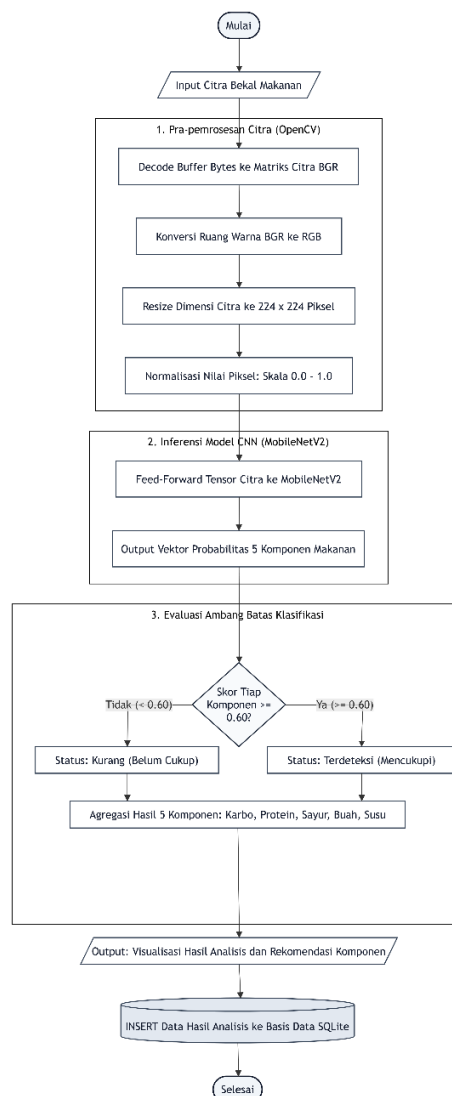
Hasil analisis mengidentifikasi bahwa pemantauan kelengkapan komponen bekal siswa selama ini masih dilakukan secara mandiri dan belum secara menyeluruh memahami konsep bekal yang tercukupi. Kepala sekolah secara eksplisit menyarankan agar antarmuka sistem berbasis *Website* mudah diakses melalui Chromebook sekolah, serta didesain dengan tampilan yang ramah anak sehingga proses evaluasi makanan menjadi pengalaman edukasi yang menyenangkan bagi siswa. Temuan tersebut diterjemahkan menjadi kebutuhan

fungsional, yaitu klasifikasi lima komponen makanan dengan umpan balik langsung dan penyimpanan riwayat, serta kebutuhan non-fungsional, yaitu akses berbasis *Website* melalui Chromebook dan antarmuka yang ramah anak.

Pengumpulan data citra dilakukan melalui observasi berupa pengambilan foto langsung porsi makan siswa atau pengumpulan data sekunder. Data dikategorikan menjadi lima kelas sesuai pedoman "Isi Piringku", yaitu karbohidrat, protein, sayur, buah, dan susu.

2. Tahap Design

Pada tahap *design*, dilakukan perancangan proses merumuskan solusi teknis berdasarkan hasil analisis kebutuhan. Pada perancangan arsitektur kecerdasan buatan (AI), arsitektur *MobileNetV2* dipilih karena memiliki keunggulan komputasi yang ringan dan efisien, sehingga sangat relevan untuk dieksekusi pada lingkungan berbasis *Website*. Perancangan *hyperparameter* awal untuk model ini difokuskan pada penentuan *learning rate*, jumlah *epoch*, dan *batch size* yang disesuaikan untuk mengoptimalkan proses pelatihan citra. Selain itu, dilakukan perancangan antarmuka pengguna (UI/UX) melalui pembuatan *wireframe* atau *mockup*. Antarmuka sistem didesain secara *visual* agar ramah anak, intuitif, dan menarik, agar interaksi siswa dengan sistem menjadi pengalaman edukasi yang menyenangkan.

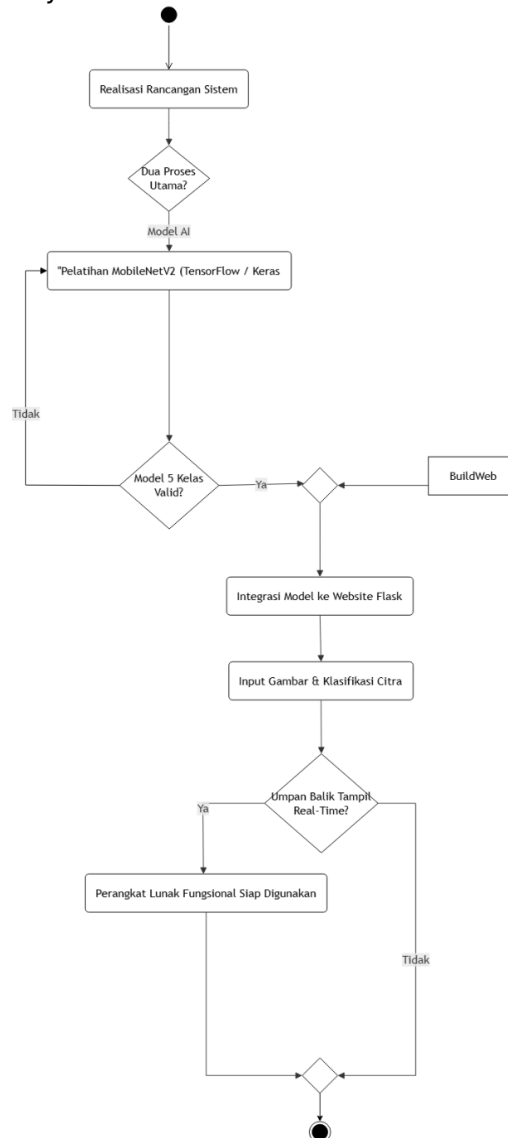


Gambar 2. Flowchart Alur Sistem Pembelajaran

Selain itu, dirancang alur logika sistem pembelajaran yang memetakan tahapan dari *input* pengguna berupa gambar makanan, proses klasifikasi oleh model *MobileNetV2*, hingga *output* akhir berupa status kelengkapan komponen makanan (dan umpan balik edukatif bagi siswa).

3. Tahap Development

Tahap *development* merupakan proses realisasi dari rancangan menjadi perangkat lunak yang fungsional. Tahap ini terbagi menjadi dua proses utama, yaitu pembuatan model AI dan pembuatan *Website*. Pembuatan model AI difokuskan pada proses pelatihan (*training*) dataset citra makanan menggunakan algoritma *MobileNetV2*. Proses ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan memanfaatkan library pembelajaran mesin seperti TensorFlow atau Keras. Setelah model berhasil mengenali kelima kelas komponen makanan dengan baik, langkah selanjutnya adalah integrasi model. Model yang telah dilatih kemudian diintegrasikan ke dalam antarmuka *Website* menggunakan *framework backend* seperti Flask. Sistem ini diprogram agar dapat menerima *input* gambar dari pengguna, memprosesnya melalui model klasifikasi, dan langsung menampilkan umpan balik berupa kategori makanan di layar secara *real-time*.



Gambar 3. Diagram Logika Alur Tahap Pengembangan Sistem

Pengembangan juga mencakup perancangan basis data sederhana untuk menyimpan riwayat klasifikasi makanan siswa, sehingga progres pemenuhan komponen pada bekal mereka dapat dipantau dari waktu ke waktu sesuai dengan pedoman Isi Piringku.

4. Tahap Implementation

Tahap *implementation* merupakan proses pengujian langsung sistem klasifikasi kelengkapan komponen makanan berbasis *Website* yang telah dikembangkan dalam lingkungan nyata. Implementasi ini dilaksanakan di salah satu Sekolah Dasar di Bali dengan melibatkan siswa

sebagai subjek utama pengguna sistem. Dalam kegiatan ini, siswa diberikan instruksi dasar untuk mengakses *Website* melalui perangkat Chromebook yang tersedia di sekolah. Proses implementasi dilakukan saat jam istirahat atau jam makan, di mana siswa diminta untuk menggunakan fitur webcam pada Chromebook untuk memindai porsi bekal makanan mereka secara langsung. Sistem kemudian memproses citra tersebut menggunakan arsitektur *MobileNetV2* dan menampilkan hasil klasifikasi (karbohidrat, protein, sayur, buah, dan susu) beserta notifikasi *real-time* mengenai kelengkapan komponen makanannya berdasarkan pedoman Isi Piringku.

5. Tahap Evaluation

Tahap evaluation bertujuan untuk mengukur tingkat keberhasilan sistem yang telah diimplementasikan, baik dari sisi performa teknis maupun pengalaman pengguna. Evaluasi kinerja kecerdasan buatan dilakukan menggunakan metode Metrik Evaluasi Model/*Confusion Matrix* pada data uji untuk mendapatkan nilai ukur berupa *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score*, guna memastikan model *MobileNetV2* mengenali citra makanan dengan akurasi yang tinggi. Perhitungan metrik evaluasi model ini menggunakan rumus dasar sebagai berikut:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$F1 - Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$

Sementara dari sisi pengguna, evaluasi dilakukan melalui pengisian kuesioner *System Usability Scale* (SUS) yang telah disesuaikan dengan karakteristik siswa sekolah dasar dan guru pendamping. Kuesioner ini mengukur tingkat usability dan kemudahan interaksi *Website*, serta menilai sejauh mana umpan balik sistem berhasil menciptakan pengalaman evaluasi yang menyenangkan dan meningkatkan kemandirian siswa dalam memantau kelengkapan komponen makanan mereka secara objektif. Perhitungan skor SUS dilakukan melalui standarisasi jawaban responden dengan rumus:

$$\text{Skor SUS} = \left(\sum_{n=1}^5 (R_{2n-1} - 1) + \sum_{n=1}^5 (5 - R_{2n}) \right) \times 2.5$$

Interpretasi akhir dari skor SUS mengacu pada kategori berikut: nilai di atas 80,3 termasuk kategori sangat bagus (*Excellent*), rentang 68 hingga 80,3 dikategorikan bagus (*Good*), nilai 51 hingga 67 masuk kategori cukup (*OK*), dan nilai di bawah 51 dikategorikan buruk (*Poor/Awful*).

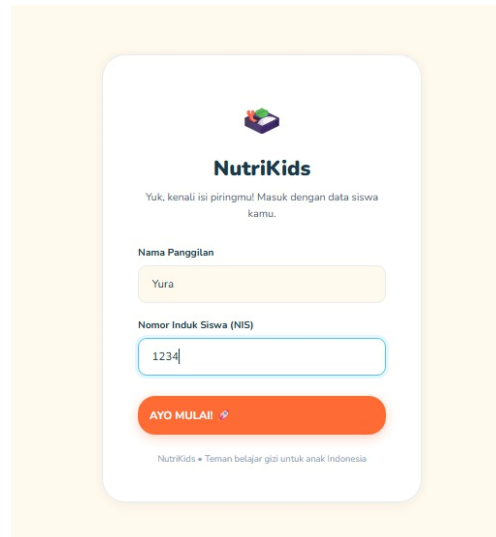
HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem NutriKids

Tahap ini memaparkan hasil implementasi sistem klasifikasi kelengkapan komponen makanan berbasis *Website* (NutriKids) yang dikembangkan sebagai media edukasi dan pemantauan bekal mandiri. Implementasi difokuskan pada integrasi antarmuka pengguna (*front-end*) dengan model kecerdasan buatan *MobileNetV2* di sisi *backend*.

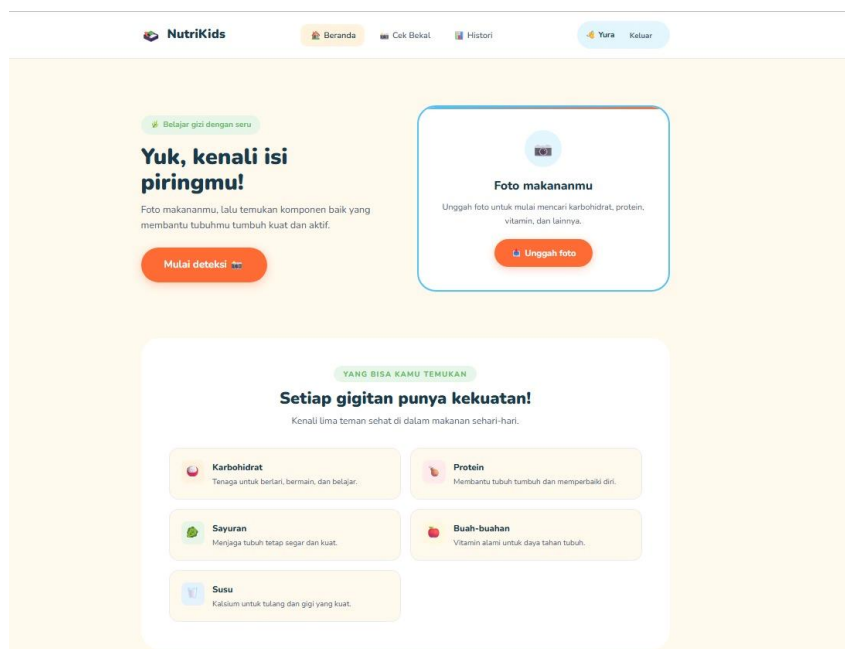
Gambar 4 menunjukkan antarmuka otentikasi (*login*) sebagai pintu masuk utama bagi siswa ke dalam sistem NutriKids. Ketika pengguna berinteraksi pada halaman ini, sistem meminta input kredensial berupa Nama Panggilan dan Nomor Induk Siswa (NIS) yang dilanjutkan dengan penekanan tombol aksi "AYO MULAI!". Mekanisme ini diimplementasikan menggunakan sistem *routing* pada *framework* Flask yang menghubungkan data input pengguna dengan proses validasi pencocokan data di dalam basis data MySQL, sehingga keamanan hak akses dan pencatatan riwayat makanan siswa terintegrasi secara aman dan personal di dalam

aplikasi.



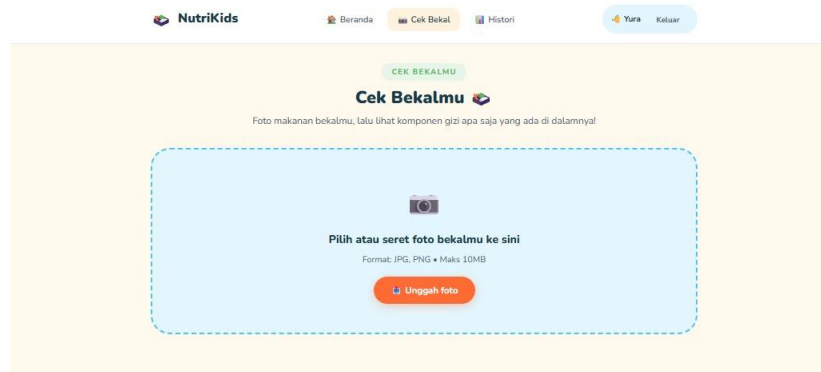
Gambar 4. Tampilan Antarmuka *Login* Siswa

Gambar 5 menampilkan antarmuka beranda dari aplikasi NutriKids yang merepresentasikan ringkasan aktivitas pemantauan makanan siswa. Pembaruan informasi ini ditentukan oleh akumulasi riwayat pengecekan bekal harian, mingguan, dan bulanan di mana hasil identifikasi kelengkapan komponen makanan memicu pembaruan nilai statistik (seperti komponen yang paling sering dilewatkan atau pencapaian bekal sempurna) secara dinamis. Sistem ini menerapkan perancangan dashboard interaktif tanpa penyajian data metrik yang rumit, sehingga penyampaian informasi evaluasi dan umpan balik makanan harian tetap dapat dipahami oleh siswa dengan mudah.

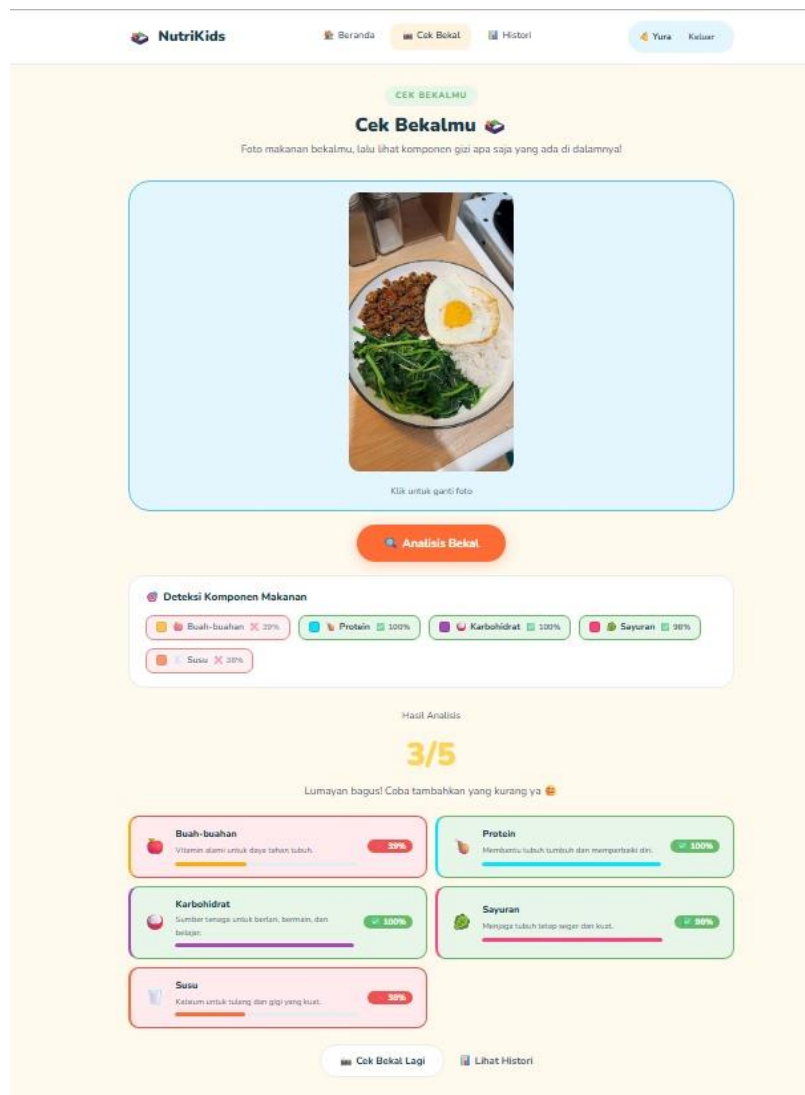


Gambar 5. Tampilan Antarmuka Halaman Beranda

Gambar 6 menunjukkan antarmuka unggah citra dan Gambar 7 menunjukkan antarmuka hasil analisis makanan yang diterapkan dalam sistem. Ketika siswa mengunggah foto porsi makanan mereka, sistem secara otomatis mengeksekusi proses klasifikasi citra menggunakan model arsitektur *MobileNetV2*. Selanjutnya, hasil inferensi tersebut akan menghasilkan *feedback* instan berupa indikator *visual*/pemenuhan lima komponen makanan dasar. Mekanisme ini dirancang menggunakan logika *thresholding*.

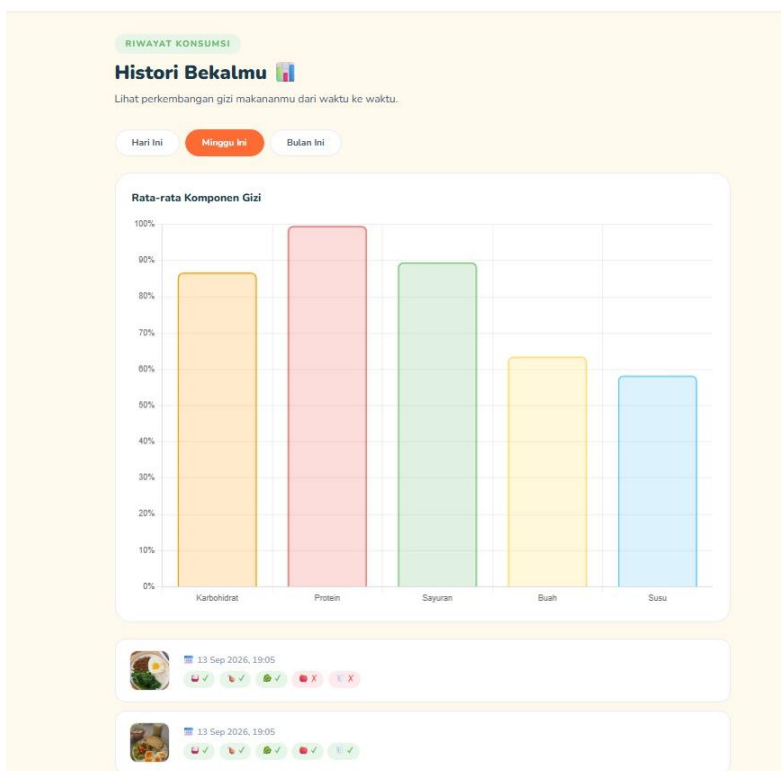


Gambar 6. Tampilan Antarmuka Unggah Citra



Gambar 7. Tampilan Hasil Analisis (Inferensi Model)

Gambar 8 siswa dapat melihat rekapitulasi *scan* makanan mereka dengan menggunakan filter waktu harian, mingguan, atau bulanan. Data divisualisasikan melalui grafik batang (*Bar Chart*) interaktif yang menampilkan rata-rata pemenuhan setiap komponen makanan. Di bawah grafik, terdapat rekaman jejak unggahan makanan sebelumnya yang disertai stempel waktu (contoh: 13 Sep 2026, 19:05) dan ikon status 5 komponen makanan. Modul ini secara efektif mengubah proses pengawasan makanan harian siswa menjadi ekosistem pemantauan mandiri yang terstruktur.



Gambar 8. Tampilan Antarmuka Histori

Hasil Pengujian Model

Tabel 1 mengukur tingkat keberhasilan model dalam mengklasifikasikan kelima komponen gizi secara multi-label berdasarkan ambang batas (threshold) 0,60.

Tabel 1. Hasil Pengujian Metrik Evaluasi Model/*Confusion Matrix*

No	Komponen Makanan (Kelas)	TP	FP	FN	TN	Precision	Recall	F1-Score	Akurasi
1	Karbohidrat	114	8	6	112	93.44%	95.00%	94.21%	94.17%
2	Protein	111	11	9	109	90.98%	92.50%	91.74%	91.67%
3	Sayuran	106	13	14	107	89.08%	88.33%	88.70%	88.75%
4	Buah-buahan	108	9	12	111	92.31%	90.00%	91.14%	91.25%
5	Susu	115	6	5	114	95.04%	95.83%	95.44%	95.42%
Rata-rata (Macro Average)		110.8	9.4	9.2	110.6	92.17%	92.33%	92.25%	92.25%
Total Keseluruhan (Overall)		554	47	46	553	92.18%	92.33%	92.26%	92.25%

Pengujian Metrik Evaluasi Model/*Confusion Matrix* model *MobileNetV2* menunjukkan unjuk kerja yang sangat baik dengan rata-rata akurasi sebesar 92,25%. Nilai presisi rata-rata sebesar 92,17% membuktikan bahwa penerapan logika thresholding 0,60 terbukti efektif dalam menekan angka *False Positive* (kesalahan sistem dalam mendeteksi komponen yang sebenarnya tidak ada). Hal ini memastikan bahwa umpan balik yang diberikan kepada siswa di *Website* memiliki tingkat validitas teknis yang tinggi dan dapat diandalkan sebagai instrumen evaluasi komponen makanan.

Hasil ini sejalan dengan temuan penelitian terdahulu bahwa *MobileNetV2* efektif dan ringan untuk pengenalan makanan pada platform web maupun seluler (Hidayat, Syarif Ash-Shiddiq, & Amalya, 2024) (Khalid, Ali, & Khalid, 2025) (Nadeem, Shen, Choy, & Barakat, 2023). Berbeda dengan studi-studi tersebut yang mengenali jenis makanan atau memperkirakan kandungan nutrisi (Sreedharan, Sundar, & Narmadha, 2024), NutriKids menilai kelengkapan lima komponen sekaligus pada satu citra, sehingga keluaran sistem langsung berupa status kelengkapan yang dapat dipahami siswa. Kelas sayuran memiliki akurasi terendah (88,75%)

dengan jumlah *False Negative* tertinggi (14), yang kemungkinan berkaitan dengan variasi bentuk, warna, dan cara pengolahan sayuran. Kondisi ini sejalan dengan tantangan variasi visual yang kompleks pada pengenalan makanan (Abiyev, Rahib, Adepoju, & Joseph, 2024). Sebaliknya, kelas susu mencapai akurasi tertinggi (95,42%). Dugaan penyebab perbedaan antarkelas ini perlu dikonfirmasi melalui analisis kesalahan pada penelitian lanjutan.

Hasil Pengujian Black Box Testing

Tabel 2 memperlihatkan hasil pengujian dari berbagai skenario yang dirancang untuk memastikan interaksi sistem berjalan dengan baik.

Tabel 2. Hasil Black Box Testing pada Sistem NutriKids

No	Fitur	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
1	Login	Mengisi form "Nama Panggilan" dan "Nomor Induk Siswa (NIS)", lalu menekan tombol AYO MULAI!	Sistem memvalidasi data dan mengarahkan pengguna ke Halaman Beranda.	Berhasil masuk ke Halaman Beranda.	Valid
2	Navigasi Beranda	Menekan tombol Mulai deteksi atau Unggah foto pada Halaman Beranda.	Sistem mengarahkan pengguna ke Halaman "Cek Bekalmu".	Dialihkan ke Halaman Cek Bekal.	Valid
3	Unggah Foto	Memilih dan mengunggah file gambar (JPG/PNG) melalui area unggah di halaman "Cek Bekalmu".	Gambar berhasil diproses oleh sistem dan pratinjau (<i>preview</i>) foto makanan tampil di layar.	Pratinjau gambar tampil dengan sempurna.	Valid
4	Analisis Makanan	Menekan tombol Analisis Bekal setelah foto makanan selesai diunggah.	Sistem mengeksekusi model AI dan menampilkan persentase kelengkapan 5 komponen gizi (Buah, Protein, Karbohidrat, Sayuran, Susu) beserta total skor (contoh: 3/5) dan pesan evaluasi.	Indikator persentase, skor, dan pesan evaluasi tampil dengan akurat.	Valid
5	Navigasi Analisis	Menekan tombol Cek Bekal Lagi atau Lihat Histori pada bagian bawah hasil analisis.	Sistem merespons dengan mengosongkan area unggah (jika cek lagi) atau memindahkan pengguna ke Halaman Histori.	Berpindah halaman/mengulang proses sesuai tombol yang ditekan.	Valid
6	Filter Histori	Mengakses Halaman "Histori Bekalmu" dan memilih filter waktu (harian, mingguan, bulanan).	Grafik batang (<i>bar chart</i>) "Rata-rata Komponen Makanan" dan daftar riwayat (gambar makanan di bagian bawah) berubah menyesuaikan rentang waktu yang dipilih.	Grafik dan daftar riwayat (<i>list</i>) terbaru secara dinamis.	Valid
7	Logout	Menekan tombol	Sesi pengguna	Berhasil keluar ke	Valid

No	Fitur	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
		Keluar di sudut kanan atas bilah navigasi.	dihentikan dan sistem mengarahkan kembali ke Halaman <i>Login</i> .	Halaman Login.	

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur utama pada antarmuka *Website* NutriKids telah berjalan dengan sangat baik dan sesuai dengan skenario perancangan. Proses otentikasi siswa melalui NIS berhasil memberikan akses yang aman. Alur inti aplikasi di mulai dari memuat gambar, penekanan tombol analisis, hingga munculnya hasil deteksi secara *multi-label* (indikator warna, persentase, dan skor total) ini berfungsi tanpa adanya *delay* antarmuka atau *error*. Selain itu, penyajian data pada menu Histori juga terbukti responsif saat pengguna mengganti filter waktu, memastikan siswa dapat mengevaluasi pola makan mereka melalui grafik statistik yang akurat.

Hasil Pengujian *System Usability Scale* (SUS)

Tabel 3. Hasil Perhitungan SUS

Siswa	Skor SUS	Persentase	Kategori
Siswa1	77,5	77,5%	Baik
Siswa2	82,5	82,5%	Sangat Baik
Siswa3	75	75%	Baik
Siswa4	85	85%	Sangat Baik
Siswa5	70	70%	Baik
Siswa6	80	80%	Baik
Siswa7	67,5	67,5%	Cukup
Siswa8	87,5	87,5%	Sangat Baik
Siswa9	72,5	72,5%	Baik
Siswa10	77,5	77,5%	Baik
Rata-rata	77,50	77,50%	Baik

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh rata-rata skor SUS sebesar 77,50 yang termasuk dalam kategori "Baik" (*Good*). Mayoritas responden memberikan penilaian *positif* dengan 3 siswa berada pada kategori sangat baik, 6 siswa pada kategori baik, dan hanya 1 siswa pada kategori cukup. Hasil ini mengindikasikan bahwa *Website* NutriKids memiliki tingkat *usability* yang baik dan dapat diterima oleh siswa sekolah dasar yang menjadi responden. SUS mengukur *usability*, sehingga hasil ini belum dapat dibaca sebagai bukti bahwa sistem "ramah anak" dalam pengertian pedagogis. Pada saat implementasi, siswa dapat mengoperasikan fitur kamera pada perangkat Chromebook secara mandiri dengan instruksi dasar dari guru.

Hasil *usability* yang baik ini sejalan dengan (Farhan & Muhammad Arifin, 2024) yang menekankan bahwa perancangan antarmuka berfokus pada pengguna berperan dalam meningkatkan *user experience* pada *Website* edukasi gizi anak. NutriKids menerapkan prinsip serupa melalui masukan kepala sekolah pada tahap analisis. Dibandingkan kegiatan edukasi Isi Piringku yang bersifat penyuluhan (Hermin Neli, Hayuti Windha Pagiu, Lucia Yogyana Suramas, & Fera Dwiyaniti, 2024) (Pengabdian Komunitas et al., 2024), NutriKids menambahkan umpan balik individual yang dapat diakses siswa secara mandiri, dan konsep deteksi kelengkapan berbasis CNN (Alim Murtopo, Aditdya, Septiana Ananda, & Gunawan, 2024) dapat diadaptasi untuk objek makanan seperti pada penelitian ini. Pendekatan ini relevan dengan kebutuhan instrumen evaluasi yang objektif pada program makan bergizi gratis (Wibisono & Santosa, 2026) (Moridu, Kasim, Paramata, Karim, & Daud, 2025).

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, uji *usability* hanya melibatkan 10 siswa pada satu sekolah sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasi, dan penilaian aspek ramah anak memerlukan instrumen khusus atau observasi *usability* pada anak. Kedua, penelitian belum menguji pengaruh sistem terhadap perubahan perilaku makan siswa dalam jangka panjang melalui studi longitudinal. Ketiga, pengaruh ambang probabilitas 0,60 belum

dibandingkan dengan nilai ambang lain, dan sistem belum mengestimasi porsi atau massa makanan.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem klasifikasi kelengkapan komponen makanan siswa berbasis *Website* (NutriKids) menggunakan arsitektur *MobileNetV2*. Sistem yang dikembangkan mampu mengidentifikasi lima komponen dasar (karbohidrat, protein, sayur, buah, dan susu) sesuai pedoman Isi Piringku secara *real-time* melalui penerapan logika thresholding sebesar 0,60. Berdasarkan hasil evaluasi kinerja kecerdasan buatan, model menunjukkan tingkat keandalan yang sangat baik dengan rata-rata akurasi mencapai 92,25% dan presisi 92,17%, yang terbukti efektif dalam menekan angka *False Positive*. Pengujian fungsionalitas melalui *black box testing* juga mengonfirmasi bahwa seluruh fitur utama antarmuka berjalan lancar sesuai skenario perancangan tanpa adanya *error*. Selain itu, hasil pengukuran usability memperoleh rata-rata skor *System Usability Scale* (SUS) sebesar 77,50 yang termasuk dalam kategori baik, sehingga sistem dinilai memiliki tingkat *usability* yang baik dan dapat dioperasikan siswa secara mandiri. Dengan demikian, sistem NutriKids berhasil dikembangkan dan berfungsi dengan baik dari sisi performa klasifikasi, fungsionalitas, dan *usability*, sebagai dasar pengembangan ekosistem evaluasi mandiri bagi siswa sekolah dasar. Efektivitas sistem terhadap perubahan perilaku makan siswa belum diuji dan perlu dikaji pada penelitian selanjutnya melalui studi longitudinal.

REFERENSI

- Abiyev, Rahib, Adepoju, & Joseph. (2024). Automatic Food Recognition Using Deep Convolutional Neural Networks with Self-attention Mechanism. *Human-Centric Intelligent Systems*, 4(1), 171–186. <https://doi.org/10.1007/s44230-023-00057-9>
- Alim Murtopo, A., Aditdy, M., Septiana Ananda, P., & Gunawan, G. (2024). *PENERAPAN COMPUTER VISION UNTUK MENDETEKSI KELENGKAPAN ATRIBUT SISWA MENGGUNAKAN METODE CNN*. 11(2).
- Carl, A., Castro, L., Sheary, N., Muñoz, G., Jezer, N., Pare, A., ... Aviles, J. S. (2026). NutriSnap: Mobile-based Food Recognition with Caloric and Macronutrient Estimation using *MobileNetV2* and YOLOv8n. In *International Journal of Computer Applications* (Vol. 187).
- Farhan, F. A. F., & Muhammad Arifin. (2024). Design Thinking dalam Meningkatkan User Experience pada *Website* Edukasi Gizi Anak. *Bit-Tech*, 7(2), 387–395. <https://doi.org/10.32877/bt.v7i2.1824>
- Haliza, N., & Pratiwi, V. (2024). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF PILAR TAX BERBASIS *WEBSITE* MENGGUNAKAN SMART APPS CREATOR PADA ELEMEN PERPAJAKAN. *Jurnal Pendidikan Ekonomi (JURKAMI)*, 9(2), 496–508. <https://doi.org/10.31932/jpe.v9i2.3650>
- Hermin Neli, Hayuti Windha Pagiu, Lucia Yogyana Suramas, & Fera Dwiyaniti. (2024). Edukasi Kesehatan Isi Piringku pada Anak Usia Sekolah di SDN 01 Sangalla Utara Kabupaten Tana Toraja. *Jurnal Pengabdian Bidang Kesehatan*, 2(4), 121–129. <https://doi.org/10.57214/jpbidkes.v2i4.153>
- Hidayat, A., Syarif Ash-Shiddiq, F., & Amalya, F. (2024). *Pengembangan Aplikasi Klasifikasi Makanan Dengan Metode Transfer Learning Menggunakan MobileNetV2 dan Integrasi Api Nutrisi Berbasis Web*.
- Khalid, S., Ali, R. H., & Khalid, H. Bin. (2025). Fruit and Vegetable Recognition Using *MobileNetV2*: An Image Classification Approach †. *Engineering Proceedings*, 87(1). <https://doi.org/10.3390/engproc2025087108>
- Moridu, N. D. F., Kasim, V. N. A., Paramata, N. R., Karim, C. R., & Daud, S. (2025). Quality and Nutritional Adequacy Review of the Free School Meal Program (MBG) for Elementary School Children in Gorontalo City. *Health Information: Jurnal Penelitian*, 17(3), 315–325. <https://doi.org/10.36990/hijp.v17i3.1773>
- Nadeem, M., Shen, H., Choy, L., & Barakat, J. M. H. (2023). Smart Diet Diary: Real-Time Mobile Application for Food Recognition. *Applied System Innovation*, 6(2). <https://doi.org/10.3390/asi6020053>
- Pengabdian Komunitas, J., Hartanti, I., Wahyu Trisetia, G., Fifi Aledya Yahya, N., Herlina Putri Prodi D-, Y., & Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Mamba, K. (2024). *PENDIDIKAN KESEHATAN GIZI SEIMBANG "ISI PIRINGKU" DI SDN 2 MRIYAN, KECAMATAN MUSUK, KABUPATEN BOYOLALI* (Vol. 03).

- Safina Salma, F., Shabrina, K., Ramadhan, A., Al-Farisi, U., Masyarakat, K., Kesehatan Masyarakat, F., ... Tangerang Selatan, K. (2025). *MAKAN SEHAT, HIDUP BAHAGIA: ISI PIRINGKU UNTUK GENERASI SEHAT*. Retrieved from <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaskat>
- Salmadita, M. D. A. F. H. I. J. T. I. D. (2024). *Mewujudkan Pola Makan Gizi Seimbang Untuk Kesehatan Optimal Anak Di Desa Margaluyu Garut*.
- Shao, W., Min, W., Hou, S., Luo, M., Li, T., Zheng, Y., & Jiang, S. (2023). Vision-based food nutrition estimation via RGB-D fusion network. *Food Chemistry*, 424, 136309. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136309>
- Sreedharan, S. E., Sundar, G. N., & Narmadha, D. (2024). NutriFoodNet: A High-Accuracy Convolutional Neural Network for Automated Food Image Recognition and Nutrient Estimation. *Traitement Du Signal*, 41(4), 1953–1965. <https://doi.org/10.18280/ts.410425>
- Wibisono, M. I., & Santosa, S. (2026). Implementasi Program Makan Bergizi Gratis dalam Meningkatkan Ketahanan Gizi Pelajar di Indonesia. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(4), 11973–11981. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.5365>