

## PENERAPAN RULE-BASED UNTUK EVALUASI KESESUAIAN NILAI GIZI MENU MAKANAN BAGI ANAK USIA SEKOLAH

Ryan Rizky Ababil, Sopingi, Vihi Atina

Teknik Informatika, Universitas Duta Bangsa Surakarta  
Jl. Bhayangkara No.55, Tipes, Kec. Serengan, Kota Surakarta, Jawa Tengah  
ryanababil24@gmail.com

### ABSTRAK

Kecukupan gizi pada anak usia sekolah sangat krusial karena berdampak langsung terhadap konsentrasi belajar serta optimalisasi tumbuh kembang mereka. Namun, Indonesia saat ini menghadapi tantangan beban gizi ganda serta ketidaksesuaian asupan nutrisi pada implementasi program Makan Bergizi Gratis (MBG) yang dinilai masih berada di bawah standar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem cerdas berbasis *rule-based* guna mengevaluasi kesesuaian nilai gizi menu makanan anak sekolah berdasarkan standar Angka Kecukupan Gizi (AKG) 2019. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode *Waterfall* dengan bahasa pemrograman Python. Sistem mengevaluasi tujuh parameter nutrisi utama menggunakan aturan logika *IF-THEN* serta memanfaatkan pendekatan *Knowledge-based filtering* untuk memberikan rekomendasi perbaikan menu. Hasil pengujian *black-box* menunjukkan bahwa sistem mampu mengakumulasi nilai gizi makro dan mikro secara akurat serta konsisten mendeteksi defisit nutrisi. Selain itu, sistem berhasil memberikan estimasi zat gizi makro dengan rasio kecocokan tinggi mencapai 4/5 pada menu pangan murni.

**Kata kunci :** *Rule-Based, Rekomendasi Menu, Angka Kecukupan Gizi, Waterfall, Sistem Pendukung Keputusan*

### 1. PENDAHULUAN

Masalah gizi pada anak usia sekolah merupakan tantangan kesehatan yang serius dan persisten di Indonesia. Saat ini, Indonesia menghadapi kondisi "beban gizi ganda," di mana anak-anak tidak hanya mengalami kekurangan gizi seperti anemia dan defisiensi vitamin, tetapi juga mengalami peningkatan angka kelebihan berat badan akibat ketidakseimbangan asupan makanan sehari-hari [1].

Kecukupan gizi pada periode ini sangat krusial karena berdampak langsung pada konsentrasi belajar, aktivitas fisik, serta optimalisasi tumbuh kembang anak. Namun, banyak orang tua dan penyelenggara makanan yang masih kesulitan dalam menyusun serta menilai apakah menu makanan yang diberikan sudah memenuhi standar kebutuhan gizi yang spesifik untuk jenjang pendidikan SD, SMP, dan SMA.

Urgensi penelitian ini semakin meningkat seiring dengan implementasi program nasional Makan Bergizi Gratis (MBG) yang menysasar jutaan siswa. Meskipun program ini bertujuan mulia, terdapat kendala signifikan dalam pelaksanaannya. Data menunjukkan terjadinya ribuan kasus keracunan makanan sepanjang tahun 2025 hingga awal 2026 yang disebabkan oleh lemahnya standar keamanan pangan [2].

Selain itu, evaluasi terhadap program MBG di beberapa daerah menunjukkan bahwa asupan energi yang dihasilkan (rata-rata 377 kkal) masih jauh di bawah standar Angka Kecukupan Gizi (AKG) yang dianjurkan untuk sekali makan, yaitu sekitar 531 kkal[3]. Hal ini mengindikasikan adanya celah besar antara distribusi makanan dengan pemenuhan standar nutrisi ilmiah yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 28 Tahun 2019.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang sistem cerdas untuk

mengevaluasi kesesuaian gizi menu makanan anak sekolah berdasarkan data Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) 2019. Dengan mengonversi standar AKG Permenkes No. 28 Tahun 2019 ke dalam aturan logika, sistem ini menilai tujuh parameter utama (kalori, protein, lemak, karbohidrat, serat, kalsium, dan zat besi) untuk memberikan predikat kesesuaian (cukup, kurang, atau lebih) serta rekomendasi perbaikan gizinya.

Penyelesaian dari masalah tersebut adalah dengan menerapkan metode *rule-based* dengan logika "IF-THEN", karena kemampuannya dalam memproses fakta-fakta nilai gizi makanan secara akurat dan memberikan kesimpulan yang mudah dipahami oleh pengguna awam [4].

Selain itu, sistem memanfaatkan pendekatan *Knowledge-based filtering*, di mana penalaran dilakukan berdasarkan kedekatan kebutuhan defisit nutrisi dengan kandungan gizi spesifik pada basis pengetahuan [5], untuk merekomendasikan perbaikan gizi guna menutupi defisit nutrisi, sehingga dapat menjadi instrumen pendukung praktis bagi orang tua, pengelola kantin, dan pelaksana program Makan Bergizi Gratis dalam menjaga kualitas asupan anak.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa penelitian terdahulu mengenai sistem rekomendasi dan evaluasi gizi menjadi acuan penting dalam memposisikan kebaruan penelitian ini. Pertama, penelitian yang dilakukan oleh M. Abdurrahman Rizky pada tahun 2023 bertujuan untuk merancang sebuah aplikasi berbasis *Android* yang dapat membantu pasien atau orang sakit dalam memenuhi kebutuhan gizi mereka selama masa penyembuhan. Metode yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah *Certainty Factor*, yang berfungsi untuk

mengelola tingkat kepastian dalam rekomendasi gizi berdasarkan kondisi kesehatan pengguna. Hasil dari penelitian ini berupa sebuah aplikasi yang mampu memberikan rekomendasi kebutuhan gizi yang sesuai untuk individu yang sedang dalam kondisi sakit, dengan mempertimbangkan faktor-faktor kesehatan tertentu [6].

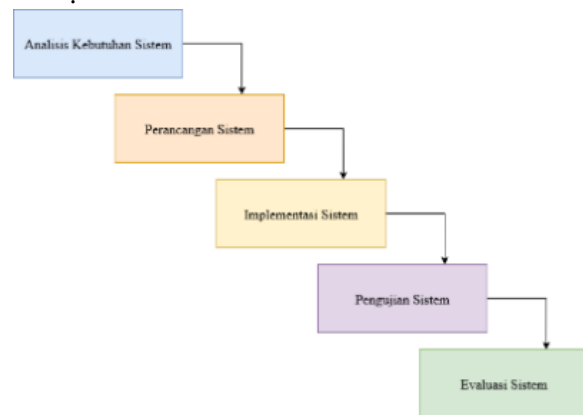
Selanjutnya, penelitian oleh M. Sholeh pada tahun 2025 berfokus pada pengembangan sistem rekomendasi untuk membantu masyarakat dalam memilih makanan khas Indonesia berdasarkan kandungan nutrisi yang diinginkan. Metode yang diterapkan dalam sistem ini adalah *Knowledge-Based Filtering*, di mana sistem menggunakan basis pengetahuan nutrisi untuk mencocokkan preferensi pengguna dengan profil gizi makanan. Hasil penelitian tersebut menghasilkan sebuah sistem yang dapat merekomendasikan makanan Indonesia yang paling sesuai dengan target nutrisi spesifik yang dimasukkan oleh pengguna, seperti kebutuhan kalori atau protein tertentu [7].

Terakhir, penelitian yang dilakukan oleh Neoval Fitroha pada tahun 2026 bertujuan untuk merancang sebuah sistem rekomendasi resep makanan bergizi berbasis web. Metode yang digunakan adalah *K-Means Clustering*, yang berfungsi untuk mengelompokkan data resep berdasarkan kemiripan karakteristik nutrisinya. Keunikan dari sistem ini terletak pada integrasinya dengan perhitungan *Basal Metabolic Rate* (BMR) dan *Total Daily Energy Expenditure* (TDEE) pengguna. Hasilnya, sistem dapat merekomendasikan resep yang tidak hanya bergizi tetapi juga disesuaikan dengan kebutuhan energi harian setiap individu, sehingga rekomendasi yang dihasilkan menjadi lebih personal dan tepat sasaran [8].

Berbeda dengan penelitian-penelitian terdahulu yang mayoritas berfokus pada rekomendasi gizi klinis pasien atau preferensi kuliner umum secara personal, penelitian ini secara khusus mengisi celah (*gap*) dalam standarisasi menu makanan anak usia sekolah. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi aturan logika berbasis regulasi resmi pemerintah, yaitu standar AKG Permenkes No. 28 Tahun 2019 dan acuan nilai gizi TKPI 2019, guna menghasilkan sistem evaluasi kelayakan menu yang aplikatif bagi program berskala makro seperti Makan Bergizi Gratis.

### 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah *Waterfall* yang merupakan model pengembangan sistem yang dilakukan secara berurutan dan sistematis dari tahap atas ke tahap bawah, seperti air terjun [9].



Gambar 1. Diagram waterfall

#### 3.1. Analisis Kebutuhan Sistem

Berdasarkan metode *rule-based* yang digunakan dalam penelitian ini, sistem membutuhkan inputan 5 jenis makanan dan pengetahuan yang akan dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan.

Dataset yang akan digunakan untuk acuan inputan makanan adalah Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) 2019 dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia [10].

Dari 28 atribut yang tersedia, sistem hanya menggunakan 8 parameter utama yaitu nama bahan makanan, kalori, protein, lemak total, karbohidrat, serat, kalsium, dan zat besi.

Selain dataset, sistem juga membutuhkan standar Angka Kecukupan Gizi (AKG) untuk pembandingan. Data diambil dari Permenkes RI Nomor 28 Tahun 2019 [11].

Kebutuhan yang digunakan adalah 1/3 dari kebutuhan harian untuk anak jenjang SD, SMP, dan SMA, serta membedakan jenis kelamin untuk usia di atas 10 tahun dan hanya menggunakan parameter yang sama dengan dataset TKPI berupa kalori, protein, lemak total, karbohidrat, serat, kalsium, dan zat besi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. AKG harian per kategori

| Kategori      | Kalori | Protein | Lemak Total | Karbohidrat | Serat | Kalsium | Zat Besi |
|---------------|--------|---------|-------------|-------------|-------|---------|----------|
| 7-9 Tahun     | 1650   | 40      | 55          | 250         | 23    | 1000    | 10       |
| L 10-12 Tahun | 2000   | 50      | 65          | 300         | 28    | 1200    | 8        |
| L 13-15 Tahun | 2400   | 70      | 80          | 350         | 34    | 1200    | 11       |
| L 16-18 Tahun | 2650   | 75      | 85          | 400         | 37    | 1200    | 11       |
| P 10-12 Tahun | 1900   | 55      | 65          | 280         | 27    | 1200    | 8        |
| P 13-15 Tahun | 2050   | 65      | 70          | 300         | 29    | 1200    | 15       |
| P 16-18 Tahun | 2100   | 65      | 70          | 300         | 29    | 1200    | 15       |

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa kebutuhan gizi anak sekolah berbeda setiap kategori dan bahkan setiap jenis kelamin.

### 3.2. Perancangan Sistem

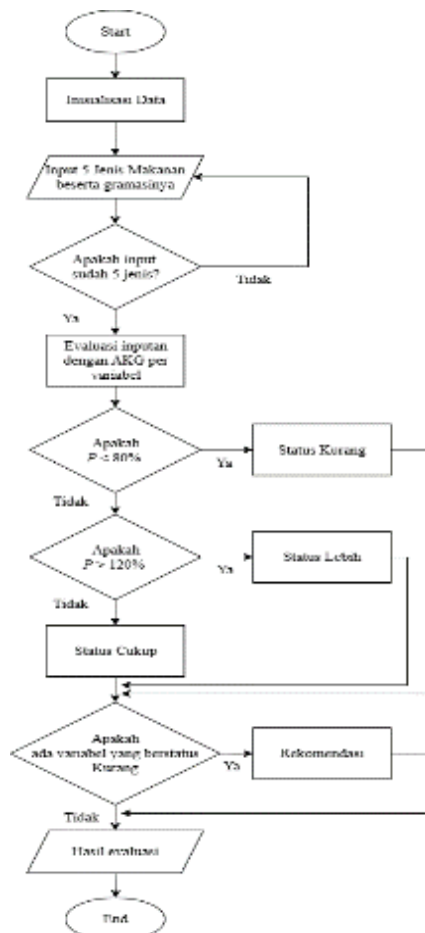
Pada tahap ini, dirancang sebuah aturan rule-based untuk mengevaluasi tingkat kecukupan gizi dari menu yang dipilih oleh pengguna. Logika yang dibangun dengan mengacu pada variabel P, yaitu Rasio Kecukupan Nutrisi. Variabel P didefinisikan sebagai persentase perbandingan antara akumulasi nutrisi actual (A) dengan standar Angka Kecukupan Gizi (S) yang telah disesuaikan untuk satu kali porsi makan (AKG harian/3). Persamaan untuk memperoleh nilai P dinyatakan dalam rumus berikut:

$$P = \left(\frac{A}{S}\right) \times 100\% \quad (1)$$

Berdasarkan nilai P yang dihasilkan, sistem menerapkan aturan keputusan untuk menentukan status gizi setiap variabel nutrisi. Aturan ini diklasifikasikan ke dalam tiga kondisi utama seperti pada Tabel 2 [12].

Tabel 2. Aturan rule based

| Kondisi Aturan              | Status      |
|-----------------------------|-------------|
| IF $P < 80\%$               | THEN Kurang |
| IF $80\% \leq P \leq 120\%$ | THEN Cukup  |
| IF $P > 120\%$              | THEN Lebih  |



Gambar 2. Flowchart sistem

Dari Tabel 2 dapat dilihat aturan dasarnya jika P kurang dari 80% maka didefinisikan sebagai "Kurang", jika P diantara 80% dan 120% maka "Cukup" dan jika P lebih dari 120% maka "Lebih". Selain itu untuk menggambarkan alur sistem maka dibuat flowchart seperti Gambar 2.

Berdasarkan pada Gambar 2, sistem diawali dengan inisialisasi data yang dilanjutkan dengan proses input 5 jenis makanan beserta gramasinya, di mana sistem akan terus melakukan perulangan hingga jumlah jenis makanan yang dimasukkan tepat terpenuhi. Setelah seluruh data input lengkap, sistem mengevaluasi kandungan nilai gizi tersebut dengan membandingkannya terhadap standar AKG per variabel nutrisi menggunakan aturan logika Tabel 2. Pada tahap akhir, sistem akan memeriksa keberadaan variabel gizi yang berstatus "Kurang", jika ditemukan adanya kekurangan, sistem akan memproses dan memberikan Rekomendasi perbaikan gizi sebelum akhirnya menampilkan Hasil evaluasi akhir dan menyudahi seluruh proses kerja.

### 3.3. Implementasi Sistem

Rancangan diterjemahkan ke dalam kode program menggunakan *Python*.

### 3.4. Pengujian Sistem

Sistem diuji dengan metode black-box testing menggunakan berbagai skenario menu untuk memastikan fungsionalitas berjalan benar.

### 3.5. Evaluasi Sistem

Tahap akhir yang dilakukan untuk menilai keakuratan sistem dalam memberikan evaluasi serta rekomendasi.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang sistem yang dikembangkan, pada bagian ini peneliti menyajikan penjelasan lengkap mengenai proses implementasi serta hasil yang didapatkan.

### 4.1. Inisialisasi Data

Tahap pertama adalah memuat dan membersihkan data kandungan gizi dari file CSV (data\_tkpi.csv). Data ini bersumber dari Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) yang memuat informasi kandungan gizi berbagai bahan makanan per 100 gram. Kemudian pembersihan data berfokus pada perbaikan nilai-nilai numerik yang rusak, kosong, atau tidak konsisten agar siap digunakan dalam perhitungan matematika.

```

def clean(x):
    try:
        if x is None or (isinstance(x, float) and x != x):
            return 0.0
        v = float(str(x).replace(",", "."))
        return 0.0 if v != v else v
    except:
        return 0.0
  
```

Fungsi `clean()` didefinisikan untuk menangani nilai-nilai yang tidak valid seperti `NaN`, `None`, atau format angka tidak konsisten seperti koma sebagai desimal, kemudian mengkonversinya menjadi nilai float yang aman untuk kalkulasi. Fungsi ini menangani tiga kondisi: nilai `None` atau `NaN` langsung dikembalikan sebagai 0.0; nilai berformat koma (misal '1,5') dikonversi ke titik desimal dan pemeriksaan `NaN` dilakukan kembali setelah konversi sebagai penjagaan ganda.

```
df_clean = pd.DataFrame({
    "nama": df["Nama Bahan Makanan"],
    "kalori": df["Energi (kkal)"].apply(clean),
    "protein": df["Protein (g)"].apply(clean),
    "lemak": df["Lemak (g)"].apply(clean),
    "karbo": df["KH (g)"].apply(clean),
    "serat": df["Serat (g)"].apply(clean),
    "kalsium": df["Kalsium (mg)"].apply(clean),
    "zat besi": df["Besi (mg)"].apply(clean),
})

foods = df_clean.set_index("nama").to_dict(orient="index")
```

Kolom-kolom yang relevan dari *DataFrame* dipilih dan dipetakan ke dalam *dictionary* Python dengan nama bahan makanan sebagai kunci (*index*). Setelah konversi ke *dictionary*, dilakukan sanitasi lanjutan menggunakan fungsi `_safe()` untuk menangkap nilai `NaN` atau *infinity* yang mungkin lolos dari proses `clean()`. Struktur data akhir *foods* berbentuk `{nama_makanan: {kalori: ..., protein: ..., ...}}` yang memudahkan akses langsung saat proses evaluasi.

Untuk efisiensi, sistem melakukan pengurutan dan pemotongan data pada saat *startup*, bukan pada saat request masuk. Lima bahan makanan tertinggi untuk setiap nutrisi disimpan dalam *dictionary* `top_foods_per_nutrisi`.

```
top_foods_per_nutrisi = {
    g: sorted(foods.items(), key=lambda x: x[1][g],
reverse=True)[:5]
    for g in NUTRISI_KEYS
}
```

Pendekatan pra-komputasi ini menghindari pengurutan berulang setiap kali ada permintaan rekomendasi, sehingga meningkatkan performa sistem secara signifikan terutama ketika data makanan berjumlah besar.

## 4.2. Penetapan Standar AKG

Setiap kelompok AKG didefinisikan dalam *dictionary* `akg` dengan struktur yang konsisten, mencakup label deskriptif dan nilai kebutuhan harian untuk tujuh zat gizi utama.

```
akg = {
    "N 7 9": {"label": "Anak Usia 7-9 th", "data": {
        "kalori":1650,"protein":40,"lemak":55,"karbo":250,"serat":23,"kalsium":1000,"zat_besi":10}},
    "L 10 12": {"label": "Laki-laki 10-12 th", "data": {
        "kalori":2000,"protein":50,"lemak":65,"karbo":300,"serat":28,"kalsium":1200,"zat_besi":8}},
    "L 13 15": {"label": "Laki-laki 13-15 th", "data": {
        "kalori":2400,"protein":70,"lemak":80,"karbo":350,"serat":34,"kalsium":1200,"zat_besi":11}},
    "L 16 18": {"label": "Laki-laki 16-18 th", "data": {
        "kalori":2650,"protein":75,"lemak":85,"karbo":400,"serat":37,"kalsium":1200,"zat_besi":11}},
    "P 10 12": {"label": "Perempuan 10-12 th", "data": {
        "kalori":1900,"protein":55,"lemak":65,"karbo":280,"serat":27,"kalsium":1200,"zat_besi":8}},

```

```
"P 13 15": {"label": "Perempuan 13-15 th", "data": {
    "kalori":2050,"protein":65,"lemak":70,"karbo":300,"serat":29,"kalsium":1200,"zat_besi":15}},
"P 16 18": {"label": "Perempuan 16-18 th", "data": {
    "kalori":2100,"protein":65,"lemak":70,"karbo":300,"serat":29,"kalsium":1200,"zat_besi":15}},
}
```

Tujuh kelompok yang ditetapkan meliputi anak usia 7–9 tahun, laki-laki 10–12, 13–15, dan 16–18 tahun, serta perempuan 10–12, 13–15, dan 16–18 tahun. Pemilihan kelompok ini disesuaikan dengan konteks sasaran sistem, yaitu siswa pada jenjang sekolah dasar hingga sekolah menengah atas.

Nilai AKG yang tersimpan merupakan kebutuhan harian. Karena sistem mengevaluasi satu kali makan, fungsi `get_akg_per_meal()` membagi setiap nilai dengan 3 (asumsi tiga kali makan per hari) dan membulatkannya satu desimal:

```
def get_akg_per_meal():
    return {k: {g: round(v/3, 1) for g, v in
val["data"].items()} for k, val in akg.items() }
```

Pendekatan pembagian tiga ini merupakan simplifikasi yang umum digunakan dalam sistem analisis gizi makan siang atau program makan sekolah, di mana kontribusi satu kali makan idealnya memenuhi sekitar sepertiga dari total kebutuhan harian. Hal ini sejalan dengan penelitian Ronitawati yang menekankan pentingnya akurasi evaluasi pemenuhan porsi zat pada setiap sesi makan[13].

## 4.3. Implementasi Rule-Based



Gambar 3. Flowchart proses validasi dan penentuan status gizi AKG

Inti dari sistem evaluasi gizi adalah penerapan aturan berbasis persentase pemenuhan (*rule-based*). Setiap zat gizi dievaluasi dengan membandingkan nilai aktual konsumsi terhadap standar AKG per makan, lalu diklasifikasikan ke dalam tiga kategori status.

Sesuai dengan adanya aturan seperti Tabel 2 maka setiap zat gizi yang berstatus 'Cukup' memberikan penambahan satu poin pada variabel score. Score ini digunakan untuk menentukan kelompok AKG yang paling sesuai dengan profil konsumsi pengguna [14].

Proses akumulasi skor berdasarkan pemenuhan parameter nutrisi ini menerapkan prinsip dasar Sistem Pendukung Keputusan (SPK), di mana sistem mengevaluasi kesesuaian berbagai kriteria guna menentukan alternatif keputusan terbaik bagi pengguna [14].

Berdasarkan Gambar 3, proses dimulai dengan memasukkan data asupan gizi total dan mengambil standar AKG yang sesuai sebagai acuan dasar. Sistem kemudian melakukan pemeriksaan apakah ada kategori usia yang belum dievaluasi; jika sudah tidak ada, sistem akan langsung menampilkan hasil dan menyudahi proses (*End*). Namun jika masih ada kategori usia yang perlu dievaluasi, sistem akan mengatur skor kelayakan dan memeriksa ketersediaan zat gizi yang belum diperiksa. Apabila masih ada zat gizi yang perlu diperiksa, sistem akan menghitung persentasenya dan menentukan status berdasarkan rentang nilai gizi tersebut, yaitu mendapatkan Status "Lebih" jika  $> 120$ , Status "Kurang" jika  $< 80$ , atau Status "Cukup" disertai penambahan skor kelayakan sebesar +1 jika berada di rentang 80 - 120. Hasil penentuan status dari setiap zat gizi ini kemudian disimpan, lalu alur kembali berputar untuk memeriksa zat gizi lainnya hingga semuanya selesai diperiksa, disimpan secara menyeluruh, dan sistem kembali mengecek kategori usia berikutnya.

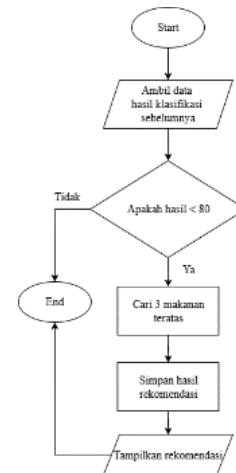
Flowchart tersebut diimplementasikan dalam kode adalah sebagai berikut:

```
def evaluate_all(total):
    results = {}
    all_akg = get_akg_per_meal()
    for key, std in all_akg.items():
        hasil = {}
        score = 0
        for g in std:
            persen = (total[g] / std[g]) * 100 if std[g] else 0

            if persen < 80:
                status = "Kurang"
            elif persen > 120:
                status = "Lebih"
            else:
                status = "Cukup"
                score += 1
            hasil[g] = {
                "std": std[g],
                "nilai": round(total[g], 1),
                "persen": round(persen, 1),
                "status": status
            }
        results[key] = {"label": akg[key]["label"], "detail": hasil, "score": score}
    return results
```

#### 4.4. Implementasi Sistem Rekomendasi

Sistem rekomendasi bekerja dengan mengidentifikasi zat gizi yang masih berada di bawah 80% AKG, kemudian menyarankan tiga bahan makanan dengan kandungan tertinggi untuk zat gizi tersebut. Rekomendasi dihasilkan berdasarkan data yang telah dipra-komputasi pada saat startup sistem.



Gambar 4. Flowchart sistem rekomendasi

Dari Gambar 4, proses diawali dengan mengambil data hasil klasifikasi dari tahapan sebelumnya. Sistem kemudian melakukan pemeriksaan kondisi untuk mengetahui apakah nilai hasil tersebut kurang dari 80, jika jawabannya Tidak, maka sistem akan langsung menghentikan proses (*End*). Namun, apabila jawabannya Ya, sistem akan menjalankan fungsi pencarian untuk menentukan makanan teratas sebagai solusi perbaikan. Setelah makanan tersebut ditemukan, sistem akan menyimpan hasil rekomendasi tersebut ke dalam basis data, menyajikannya kepada pengguna melalui modul Tampilkan rekomendasi, dan kemudian menyudahi seluruh rangkaian proses kerja (*End*). Flowchart tersebut diimplementasikan dalam kode adalah sebagai berikut:

```
def recommend(total, std):
    rekom = []
    for g in std:
        persen = (total[g] / std[g]) * 100 if std[g] else 0
        if persen < 80:
            top3 = top_foods_per_nutrisi[g][:3]
            nama_label, satuan = NUTRISI_LABEL[g]
            makanan_str = ", ".join(
                [f"{nm} ({round(v[g], 1)} {satuan}/100g)" for nm, v in top3]
            )
            rekom.append({
                "nutrisi": nama_label,
                "persen": round(persen, 1),
                "saran": makanan_str
            })
    return rekom
```

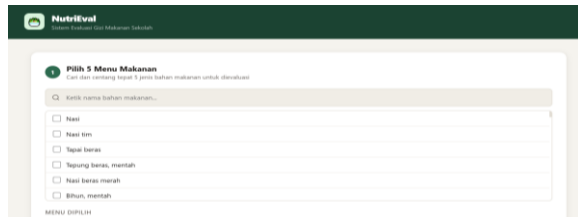
Fungsi `recommend()` menerima total gizi konsumsi dan standar AKG kelompok terbaik, kemudian memfilter zat gizi yang masih kurang dan mengambil tiga bahan makanan teratas. Fungsi ini hanya menghasilkan rekomendasi untuk zat gizi yang benar-benar defisit ( $\text{persen} < 80\%$ ), sehingga output yang dihasilkan bersifat spesifik dan relevan. Setiap item rekomendasi memuat nama zat gizi, persentase pemenuhan aktual, serta daftar tiga bahan makanan sumber terbaik beserta kandungan per 100 gram.

Endpoint/evaluasi menerima daftar lima makanan beserta berat dalam gram dari pengguna, menghitung total gizi secara proporsional berdasarkan berat, lalu menjalankan seluruh proses evaluasi dan rekomendasi secara berurutan. Kalkulasi dengan ratio

memungkinkan sistem menghitung nilai gizi secara proporsional terhadap berat aktual yang dikonsumsi. Misalnya, jika pengguna mengonsumsi 150 gram nasi putih, maka nilai gizi yang dihitung adalah 1,5 kali nilai per 100 gram. Hasil akhir dikembalikan dalam format JSON yang mencakup detail menu, total gizi, hasil evaluasi semua kelompok AKG, kelompok AKG terbaik, dan daftar rekomendasi.

#### 4.5. Tampilan Sistem

Saat pertama kali sistem dijalankan maka akan tampil gambar sebagai berikut:



Gambar 5. Tampilan input menu makanan

Pada tampilan tersebut, pengguna diinstruksikan untuk mencari dan memilih tepat lima jenis makanan menggunakan fitur kolom pencarian dan *checkbox* sebelum sistem memproses kalkulasi nutrisinya.

| No    | Nama Bahan Makanan         | Gram (g) | Energi (kcal) | Protein (g) | Lemak (g) | Karbo (g) | Serat (g) | Kalsium (mg) | Zat Besi (mg) |
|-------|----------------------------|----------|---------------|-------------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------------|
| 1     | Nasi                       | 100      | 130           | 3           | 0,3       | 28,5      | 0,2       | 25           | 0,4           |
| 2     | Tempe pasar goreng         | 100      | 336           | 20          | 20        | 7,8       | 3,4       | 156          | 3             |
| 3     | Buncis, rebus              | 100      | 30            | 2,2         | 0,2       | 6,4       | 1,5       | 107          | 0,5           |
| 4     | Apel, segar                | 100      | 50            | 0,3         | 0,4       | 18,9      | 2,6       | 6            | 0,3           |
| 5     | Ayam goreng sukabumi, paha | 100      | 283           | 35,7        | 14,3      | 0,5       | 0         | 60           | 0,4           |
| TOTAL |                            | 500      | 631           | 61,2        | 40,2      | 63,4      | 7,7       | 342          | 9,6           |

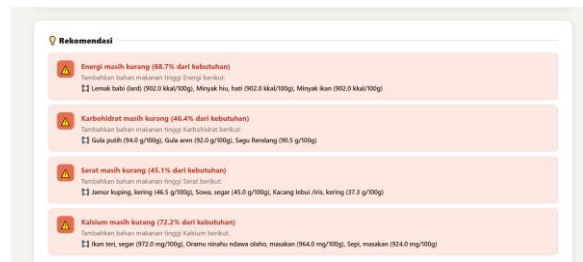
Gambar 6. Hasil evaluasi gizi berdasarkan inputan

Gambar tersebut menampilkan tabel hasil kalkulasi setelah pengguna menentukan menu makanan.

| Perbandingan AKG per Kategori          |                 |                  |             |           |        |  |
|----------------------------------------|-----------------|------------------|-------------|-----------|--------|--|
| AKG Paling Mendekati: Anak Usia 7-9 th |                 |                  |             |           |        |  |
| Kategori                               | Zat Gizi        | AKG Sekali Makan | Asupan Asam | Pemenuhan | Status |  |
| Laki-laki 10-12 th                     | Energi (kcal)   | 444,7            | 507         | 123%      | Lebih  |  |
|                                        | Kalsium (mg)    | 400              | 360         | 75,0%     | Kurang |  |
|                                        | Karbohidrat (g) | 100              | 69,4        | 69,4%     | Kurang |  |
|                                        | Lemak (g)       | 21,7             | 40,2        | 185,3%    | Lebih  |  |
|                                        | Protein (g)     | 14,7             | 61,2        | 419,7%    | Lebih  |  |
|                                        | Serat (g)       | 9,3              | 7,7         | 82,8%     | Kurang |  |
|                                        | Zat Besi (mg)   | 2,7              | 9,6         | 355,6%    | Lebih  |  |

Gambar 7. Tabel perbandingan status AKG

Gambar tersebut menampilkan perbandingan akhir berupa tabel "Perbandingan AKG per Kategori" untuk mengukur tingkat pemenuhan gizi dari menu yang telah dipilih sebelumnya. Pada bagian atas terdapat kesimpulan otomatis bahwa menu paling sesuai untuk kategori "Anak Usia 7-9 th", sementara bagian bawah menyajikan visualisasi data perbandingan mendalam untuk kategori "Laki-laki 10-12 th" yang mencakup rincian zat gizi lengkap dengan angka standar AKG sekali makan, jumlah asupan pengguna, persentase pemenuhan menggunakan grafik batang, serta indikator status gizi seperti "Lebih", "Cukup", atau "Kurang".



Gambar 8. Rekomendasi perbaikan menu

Tampilan tersebut memberikan saran perbaikan menu berdasarkan zat gizi yang dinilai masih kurang dari kebutuhan, lengkap dengan persentase kekurangannya serta rekomendasi bahan makanan tinggi nutrisi terkait untuk ditambahkan.

#### 4.6. Pengujian Sistem

Pengujian fungsional sistem dilakukan untuk memvalidasi akurasi algoritma dalam menghitung total nutrisi, mencocokkan profil gizi dengan AKG, serta menentukan status kelayakan konsumsi. Pengujian ini menggunakan skenario *black-box testing* dengan memasukkan lima variasi menu makanan matang yang merepresentasikan pola konsumsi harian masyarakat pada umumnya. Data uji menu makanan tersebut diperoleh secara riil berdasarkan publikasi menu harian dari akun Instagram @menumbg. Hasil pengujian terhadap lima skenario menu makanan ditunjukkan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil pengujian sistem

| Skenario | Komposisi Menu (Porsi)                                                                                               | Total Gizi                                                                                                                   | Klasifikasi AKG Terbaik | Skor Kesesuaian | Status <80% (Kurang)  | Rekomendasi                                                                                                                                  |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Uji 1    | Nasi (130g),<br>Ayam goreng kalasan, paha (60g),<br>Tahu goreng (40g),<br>Wortel, rebus (25g),<br>Apel, segar (100g) | Energi: 510 kkal<br>Protein: 30,7 g<br>Lemak: 11,6 g<br>Karbo: 70 g<br>Serat: 3,1 g<br>Kalsium: 211,2 mg<br>Zat Besi: 6,1 mg | Anak Usia 7-9 th        | 2 / 7           | Kalsium, Lemak, Serat | Kalsium: Oramu ninahu ndawa olaho, masakan (964,0 mg/100g)<br>Lemak: Minyak ikan (100,0 g/100g)<br>Serat: Jamur kuping, kering (46,5 g/100g) |

| Skenario | Komposisi Menu (Porsi)                                                                                                                 | Total Gizi                                                                                                                        | Klasifikasi AKG Terbaik | Skor Kesesuaian | Status <80% (Kurang)        | Rekomendasi                                                                                                                                       |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Uji 2    | Nasi (150g).<br>Ayam goreng church texas, sayap (75g).<br>Tempe pasar goreng (40g).<br>Ketimun, segar (25g).<br>Semangka, segar (120g) | Energi: 661.2 kkal<br>Protein: 38.6 g<br>Lemak: 23.9 g<br>Karbo: 72.6 g<br>Serat: 2.2 g<br>Kalsium: 176.3 mg<br>Zat Besi: 4.5 mg  | Perempuan 13-15 th      | 3 / 7           | Kalsium, Karbohidrat, Serat | Kalsium: Oramu ninahu ndawa olaho, masakan (964.0 mg/100g)<br>Karbohidrat: Gula putih (94.0 g/100g)<br>Serat : Jamur kuping, kering (46.5 g/100g) |
| Uji 3    | Nasi (150g),<br>Ayam goreng Kentucky, paha (75g),<br>Tahu goreng (40g),<br>Daun kubis, segar (45g),<br>Jeruk manis, segar (140g)       | Energi: 616.5 kkal<br>Protein: 34.8 g<br>Lemak: 16.7 g<br>Karbo: 80.8 g<br>Serat: 3.8 g<br>Kalsium: 287.1 mg<br>Zat Besi: 9.5 mg  | Anak Usia 7-9 th        | 4 / 7           | Serat                       | Serat: Jamur kuping, kering (46.5 g/100g)                                                                                                         |
| Uji 4    | Nasi gurih (145g),<br>Ayam goreng sukabumi, dada (65g),<br>Tahu goreng (40g),<br>Cap cai, sayur (45g),<br>Melon, segar (125g)          | Energi: 575.8 kkal<br>Protein: 38.4 g<br>Lemak: 24 g<br>Karbo: 51.1 g<br>Serat: 2.6 g<br>Kalsium: 317.2 mg<br>Zat Besi: 8.3 mg    | Anak Usia 7-9 th        | 2 / 7           | Karbohidrat ,Serat          | Karbohidrat: Gula putih (94.0 g/100g)<br>Serat: Jamur kuping, kering (46.5 g/100g)                                                                |
| Uji 5    | Nasi (190g),<br>Ayam taliwang, masakan (80g),<br>Susu sapi, segar (200g),<br>Jagung muda, rebus (45g),<br>Jeruk manis, segar (100g)    | Energi: 770.6 kkal<br>Protein: 29.6 g<br>Lemak: 24.2 g<br>Karbo: 108.4 g<br>Serat: 2.3 g<br>Kalsium: 444.8 mg<br>Zat Besi: 6.5 mg | Laki-laki 16-18 th      | 3 / 7           | Serat                       | Serat: Jamur kuping, kering (46.5 g/100g)                                                                                                         |

Berdasarkan Tabel 3, sistem komputasi gizi yang dibangun tidak hanya mampu mengakumulasi ke-7 instrumen zat gizi makro dan mikro dengan akurat, tetapi juga berhasil mengeksekusi modul decision support berupa pemberian rekomendasi menu yang adaptif. Beberapa poin pembahasan yang dapat ditarik dari hasil pengujian tersebut adalah:

- Algoritma sistem terbukti responsif dalam memetakan target usia berdasarkan densitas energi menu. Menu berkalori ringan pada Uji 1 otomatis diarahkan pada standar "Anak Usia 7-9 th", sementara porsi masif pada Uji 5 berhasil dialihkan ke standar metabolisme remaja "Laki-laki 16-18 th".
- Sistem secara peka mampu mendeteksi fluktuasi ketidakseimbangan gizi makro dan mikro lewat

aturan batas porsi < 80, seperti indikasi kurang lemak pada Uji 1 akibat minimnya sumber lemak, serta kurang karbohidrat pada Uji 2 dan Uji 4 akibat proporsi porsi lauk yang lebih mendominasi dibandingkan nasi.

- Hasil uji menunjukkan adanya keterbatasan sistem di mana status "Kurang Serat" selalu terpicu di setiap pengujian. Akibat ketergantungan penuh pada data statis TKPI, fungsi recommend() selalu memanggil item tertinggi yang sama secara monoton. Sistem belum mampu memvariasikan alternatif makanan yang lebih variatif sesuai selera kuliner harian pengguna.

Tabel 4. Hasil perbandingan sistem dengan data asli

| Skenario | Total Gizi Sistem                                                                                                            | Total Gizi Asli                                                                                                                                        | Kecocokan |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Uji 1    | Energi: 510 kkal<br>Protein: 30.7 g<br>Lemak: 11.6 g<br>Karbo: 70 g<br>Serat: 3.1 g<br>Kalsium: 211.2 mg<br>Zat Besi: 6.1 mg | Energi: 387.3 kkal<br>Protein: 19.4 g<br>Lemak: 15.4 g<br>Karbo: 44.5 g<br>Serat: 2.2 g<br>Kalsium: (tidak disertakan)<br>Zat Besi: (tidak disertakan) | 0/5       |

| Skenario | Total Gizi Sistem                                                                                                                 | Total Gizi Asli                                                                                                                                         | Kecocokan |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Uji 2    | Energi: 661.2 kkal<br>Protein: 38.6 g<br>Lemak: 23.9 g<br>Karbo: 72.6 g<br>Serat: 2.2 g<br>Kalsium: 176.3 mg<br>Zat Besi: 4.5 mg  | Energi: 620 kkal<br>Protein: 19.7 g<br>Lemak: 30.6 g<br>Karbo: 62.3 g<br>Serat: 1.5 g<br>Kalsium: (tidak disertakan)<br>Zat Besi: (tidak disertakan)    | 2/5       |
| Uji 3    | Energi: 616.5 kkal<br>Protein: 34.8 g<br>Lemak: 16.7 g<br>Karbo: 80.8 g<br>Serat: 3.8 g<br>Kalsium: 287.1 mg<br>Zat Besi: 9.5 mg  | Energi: 427 kkal<br>Protein: 15.9 g<br>Lemak: 8.6 g<br>Karbo: 69.2 g<br>Serat: 3.9g<br>Kalsium: (tidak disertakan)<br>Zat Besi: (tidak disertakan)      | 2/5       |
| Uji 4    | Energi: 575.8 kkal<br>Protein: 38.4 g<br>Lemak: 24 g<br>Karbo: 51.1 g<br>Serat: 2.6 g<br>Kalsium: 317.2 mg<br>Zat Besi: 8.3 mg    | Energi: 500 kkal<br>Protein: 21.2 g<br>Lemak: 28.3 g<br>Karbo: 40.7 g<br>Serat: 1.6 g<br>Kalsium: (tidak disertakan)<br>Zat Besi: (tidak disertakan)g   | 2/5       |
| Uji 5    | Energi: 770.6 kkal<br>Protein: 29.6 g<br>Lemak: 24.2 g<br>Karbo: 108.4 g<br>Serat: 2.3 g<br>Kalsium: 444.8 mg<br>Zat Besi: 6.5 mg | Energi: 755.2 kkal<br>Protein: 23.5 g<br>Lemak: 23.6 g<br>Karbo: 112.8 g<br>Serat: 2.7 g<br>Kalsium: (tidak disertakan)<br>Zat Besi: (tidak disertakan) | 4/5       |

Untuk menghitung kecocokan, penulis menggunakan aturan pembanding standar ilmu gizi dan batas toleransi sistem 80%-120% [12].

Komponen gizi mikro Kalsium dan Zat Besi, pada data asli tidak disertakan, sehingga perhitungan kecocokan difokuskan pada 5 indikator utama yang tersedia.

Berdasarkan pengujian pada Tabel 4, rasio kecocokan dari nilai 0/5 hingga 4/5 sangat dipengaruhi oleh kompleksitas pengolahan makanan, di mana skenario Uji 1 sampai Uji 4 yang menggunakan variasi menu ayam goreng (Kalasan, Texas, Kentucky, Sukabumi) menghasilkan selisih cukup besar pada protein dan lemak akibat perbedaan potongan ayam, ketebalan tepung, serta penyusutan kadar air akibat minyak di lapangan dibandingkan kalkulasi teoritis dataset baku TKPI. Hal ini sejalan dengan studi pangan yang menyatakan bahwa proses penggorengan (*deep frying*) secara signifikan meningkatkan kadar lemak total dan menurunkan kadar air bahan pangan akibat mekanisme evaporasi [15].

Sebaliknya, Skenario Uji 5 mencatat kecocokan tertinggi 4/5 karena didominasi oleh bahan pangan murni yang minim intervensi pengolahan seperti susu sapi segar dan nasi putih, sehingga nilai gizinya stabil dan hasil komputasi sistem mampu mendekati angka riil di lapangan. Meskipun ketiadaan data acuan Kalsium dan Zat Besi pada menu asli membatasi validasi gizi mikro secara menyeluruh, sistem terbukti tetap valid dan handal dalam memberikan estimasi zat gizi makro terdekat sebagai batas aman acuan gizi bagi pengguna.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem ini terbukti efektif dalam mengevaluasi profil nutrisi berdasarkan data TKPI melalui analisis gizi makro dan mikro yang presisi. Meskipun terdapat selisih pada menu olahan kompleks akibat perbedaan data uji (Uji 1–Uji 4), sistem dapat mencatat rasio kecocokan tinggi hingga 4/5 pada menu pangan murni (Uji 5). Namun, sistem masih memiliki keterbatasan dalam keberagaman data dan variasi rekomendasi yang dihasilkan karena ketergantungan penuh pada ketersediaan item dalam dataset. Untuk penelitian selanjutnya disarankan mengumpulkan data makanan yang lebih banyak serta rekomendasi sistem dibuat lebih bervariasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Q. Syifadhiya and F. Farapti, "Association between Salty Taste Threshold and Hypertension among Adolescents in Surabaya," *Amerta Nutr.*, vol. 7, no. 4, pp. 487–493, Nov. 2023, doi: 10.20473/AMNT.V7I4.2023.487-493.
- [2] H. Surendra, A. Sujagat, and G. Wangge, "Mitigating food safety risks in Indonesia's free school meals programme," *Lancet Reg. Heal. - Southeast Asia*, vol. 46, p. 100734, 2026, doi: 10.1016/j.lansea.2026.100734.
- [3] N. D. F. Moridu, V. N. A. Kasim, N. R. Paramata, C. R. Karim, and S. Daud, "Quality and Nutritional Adequacy Review of the Free School Meal Program (MBG) for Elementary School Children in Gorontalo City.," *Heal. Inf. J. Penelit.*, vol. 17, no. 3, pp. 315–325, Nov. 2025, doi: 10.36990/hijp.v17i3.1773.

- [4] Y. Chen, C. Y. Hsu, L. Liu, and S. Yang, "A Rule-Based Expert Advisory System for Restaurants Using Machine Learning and Knowledge-Based Systems Techniques," *Int. J. Semant. Web Inf. Syst.*, vol. 19, no. 1, pp. 2132–2156, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2011.07.069.
- [5] N. A. W. Saputra, Hartanti Dwi, and Sopingi, "Sistem Rekomendasi Pemilihan Bibit Kelengkeng dengan Metode Knowledge Base," *J. Ilm. Teknol. Inf. dan Komun.*, 2025, Accessed: Jun. 02, 2026. [Online]. Available: <https://www.ojs.udb.ac.id/dutacom/article/view/5031/3289>
- [6] M. A. Rizky, A. S. Puspaningrum, and E. R. Susanto, "Rancang Bangun Sistem Pemenuhan Kebutuhan Gizi pada Orang Sakit Berbasis Android," *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 4, no. 3, pp. 319–325, 2023, doi: 10.33365/jatika.v4i3.3707.
- [7] M. Sholeh, M. Muhtarom, and D. Hartanti, "Perancangan Sistem Rekomendasi Pemilihan Makanan Indonesia Berdasarkan Kandungan Nutrisi Menggunakan Algoritma Knowledge-Based Filtering," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Bisnis*, pp. 231–240, Jul. 2025, doi: 10.47701/22tjzk88.
- [8] M. F. N. Neoval Fitroha, Andika Eka Suandi, "Perancangan Sistem Rekomendasi Resep Bergizi Untuk Masyarakat Menggunakan K-Means Clustering," *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 10, 2026, Accessed: Mar. 08, 2026. [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/jati/article/view/16631/8817>
- [9] M. I. Pateda, N. Pakaya, I. R. Padiku, and R. H. Dai, "Pengembangan Sistem Informasi Kehadiran Dosen Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo Berbasis Web," vol. 4, no. 2, pp. 255–263, 2024.
- [10] "Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) 2019, Data Kemenkes - hal 1 | Andra Farm." Accessed: May 22, 2026. [Online]. Available: [https://www.andrafarm.com/\\_andra.php?\\_i=daft-ar-tkpi](https://www.andrafarm.com/_andra.php?_i=daft-ar-tkpi)
- [11] "Permenkes No. 28 Tahun 2019." Accessed: May 22, 2026. [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/138621/permenkes-no-28-tahun-2019>
- [12] I. I. Fachruddin and H. Pratiwi, "Double Burden of Malnutrition Among Women of Reproductive Age and Its Associated Factors in Makassar District," *Media Gizi Indones.*, vol. 19, no. 2, pp. 172–179, 2024, doi: 10.20473/mgi.v19i2.172-179.
- [13] P. Ronitawati, B. F. Ayupradinda, L. Sitoayu, M. Sa'pang, and R. Nuzrina, "Perencanaan Menu, Preferensi Menu, Terhadap Biaya Sisa Makanan dan Zat Gizi Yang Hilang," *J. Nutr.*, vol. 24, no. 1, pp. 21–28, 2022, doi: 10.29238/jnutri.v24i1.245.
- [14] Vihi Atina, Dwi Hartanti, and Joni Maulindar, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Supplier Pakaian Dengan Kombinasi Metode Fuzzy dan SAW," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Bisnis*, 2023, Accessed: Jun. 02, 2026. [Online]. Available: <https://ojs.udb.ac.id/Senatib/article/view/3251/2655>
- [15] L. Listina, S. Priyono, and M. Maherawati, "Karakteristik Fisikokimia Dan Sensori Kentang Yang Digoreng Dengan Beberapa Jenis Minyak Nabati," *J. Teknol. Pangan*, vol. 16, no. 1, 2022, doi: 10.33005/jtp.v16i1.2821.