

Implementasi *Decision Tree* dalam Mengelompokkan Makanan Berdasarkan Kandungan Gizi

Siti Rahayu¹, Rifka Dea Safitri², Eko Nur Hermansyah³

¹ Fakultas Komputer dan Pendidikan, Teknik Informatika, Universitas Ngudi Waluyo, Semarang, Indonesia

² Fakultas Komputer dan Pendidikan, Teknik Informatika, Universitas Ngudi Waluyo, Semarang, Indonesia

³ Universitas Ngudi Waluyo

Email Penulis Korespondensi: sirahayu26@gmail.com

ABSTRAK

Pemilihan makanan yang sesuai dengan kebutuhan nutrisi masih menjadi tantangan, terutama ketika informasi gizi tidak dianalisis secara sistematis. Penelitian ini mengimplementasikan algoritma *Decision Tree* untuk mengelompokkan makanan berdasarkan kandungan gizi utama, yaitu kalori, protein, lemak, dan karbohidrat. Model dibangun menggunakan pendekatan kuantitatif dengan algoritma CART dan proses evaluasi menggunakan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Decision Tree* mampu menghasilkan struktur keputusan yang transparan dan mudah ditelusuri, dengan tingkat akurasi yang baik dalam mengklasifikasikan kategori makanan seperti tinggi protein, tinggi lemak, rendah kalori, dan tinggi karbohidrat. Temuan ini menegaskan bahwa *Decision Tree* merupakan metode yang efektif untuk mendukung analisis nutrisi serta memberikan dasar bagi sistem rekomendasi makanan yang lebih informatif.

Kata Kunci: *Decision Tree*, Kandungan Gizi, Klasifikasi Makanan, Nutrisi, *Machine Learning*

ABSTRACT

Choosing foods that meet nutritional needs remains a challenge, especially when nutritional information is not analyzed systematically. This study implements a Decision Tree algorithm to classify foods based on key nutritional content, namely calories, protein, fat, and carbohydrates. The model is built using a quantitative approach with the CART algorithm, and the evaluation process uses metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-score. The results of the study show that the Decision Tree can produce a transparent and easily traceable decision structure, with good accuracy in classifying food categories such as high protein, high fat, low calorie, and high carbohydrate. These findings confirm that the Decision Tree is an effective method to support nutritional analysis and provide a foundation for a more informative food recommendation system.

Keywords: *Decision Tree*, *Nutritional Content*, *Food Classification*, *Nutrition*, *Machine Learning*

PENDAHULUAN

Pemilihan makanan yang sesuai dengan kebutuhan gizi masih menjadi persoalan bagi banyak individu, terutama ketika informasi kandungan gizi tidak dianalisis secara sistematis. Ketidaktepatan dalam mengelompokkan makanan berdasarkan kandungan nutrisi dapat menyebabkan konsumsi yang tidak seimbang dan berdampak pada kesehatan. Kondisi ini menunjukkan perlunya pendekatan komputasi yang mampu mengolah data gizi secara akurat

dan konsisten. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi berupa pemanfaatan algoritma *machine learning* untuk membantu proses pengelompokan makanan agar lebih objektif dan mudah diterapkan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan teknik *machine learning* untuk analisis makanan dan gizi. Penelitian oleh Rahmania et al. (2020) menggunakan *Random Forest* untuk klasifikasi kecukupan gizi, namun penelitian tersebut tidak fokus pada pengelompokan berdasarkan komposisi nutrisi makanan. Rivera dan Chiu (2021) menerapkan *K-Means* untuk mengelompokkan makanan berdasarkan kesamaan nutrisi, tetapi algoritma yang digunakan tidak memberikan interpretasi keputusan yang jelas. Sementara itu, Lin et al. (2022) mengembangkan model prediksi nilai nutrisi menggunakan *neural network*, namun belum mengkaji proses kategorisasi makanan secara terstruktur. Penelitian lain oleh Gupta et al. (2023) menggunakan *Naïve Bayes* untuk klasifikasi makanan sehat dan tidak sehat, tetapi tidak mempertimbangkan atribut gizi secara lebih detail. Pada studi berbeda, Prasetyo dan Lestari (2024) menerapkan *Support Vector Machine* untuk mendeteksi pola konsumsi makanan, namun tidak memberikan model yang mudah dipahami pengguna. Kelima penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun analisis berbasis *machine learning* telah banyak dilakukan, masih terdapat keterbatasan terkait interpretabilitas model dan struktur keputusan yang transparan.

Berdasarkan penelitian terkait tersebut, terdapat *gap* bahwa belum banyak studi yang memanfaatkan algoritma *Decision Tree* untuk mengelompokkan makanan secara langsung berdasarkan kandungan gizi dengan mempertahankan interpretasi keputusan yang mudah dipahami. *Decision Tree* mampu menghadirkan struktur keputusan yang jelas, dapat ditelusuri, dan sesuai digunakan untuk data nutrisi yang memiliki atribut numerik yang bervariasi. Hal ini memberikan peluang untuk menghadirkan model klasifikasi makanan yang tidak hanya akurat tetapi juga intuitif bagi pengguna.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan *Decision Tree* untuk mengelompokkan makanan berdasarkan kandungan gizi sehingga menghasilkan model yang informatif, mudah dipahami, dan dapat digunakan sebagai dasar rekomendasi pola konsumsi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pemanfaatan *machine learning* di bidang nutrisi dengan menghadirkan model klasifikasi yang lebih transparan dan aplikatif.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan bagian yang menggambarkan alur proses yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian, yaitu mengimplementasikan algoritma *Decision Tree* dalam mengelompokkan makanan berdasarkan kandungan gizi. Setiap tahapan dilakukan secara sistematis, mulai dari pengumpulan data, pengolahan awal, pembangunan model, hingga evaluasi kinerja algoritma untuk memastikan bahwa hasil penelitian sesuai dengan harapan. Tahapan-tahapan ini juga mencerminkan bagaimana metode diterapkan secara terstruktur untuk menyelesaikan permasalahan yang telah diuraikan pada pendahuluan.

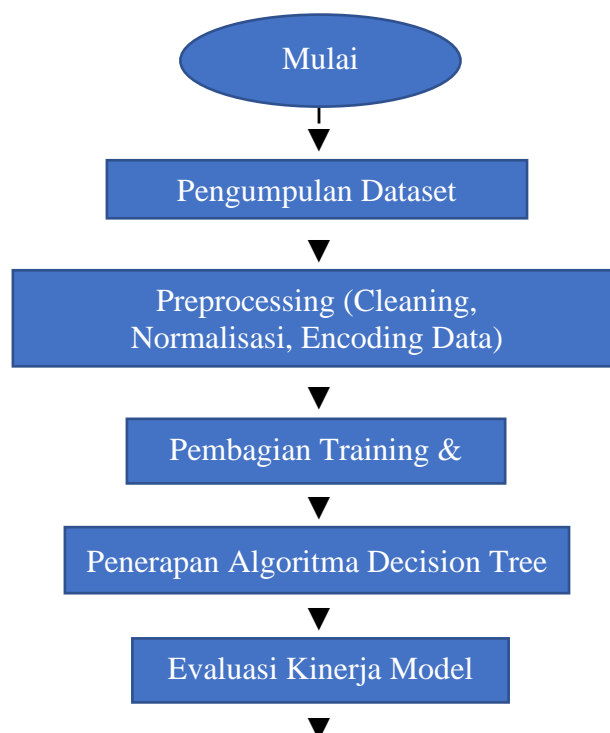
Penelitian diawali dengan tahapan pengumpulan data, yaitu mengumpulkan dataset makanan yang berisi atribut kandungan gizi utama seperti kalori, protein, lemak, dan karbohidrat. Dataset dapat berasal dari tabel nutrisi standar, sumber data publik, maupun data hasil observasi. Tahapan ini sangat penting karena kualitas data awal akan mempengaruhi performa model klasifikasi. Pada penelitian ini, setiap entri makanan diberikan label kategori seperti “Tinggi Protein”, “Tinggi Lemak”, “Tinggi Karbohidrat”, dan “Rendah Kalori”. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari sumber publik seperti Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI), dengan jumlah total 100 data makanan, menggunakan bahasa Indonesia, serta melalui proses penyaringan untuk menghindari duplikasi data.

Tahapan berikutnya adalah preprocessing data, yaitu proses pengolahan untuk memastikan bahwa data berada dalam kondisi siap diproses oleh algoritma Decision Tree. Kegiatan dalam preprocessing meliputi pembersihan data dari nilai hilang (missing values), penghapusan outlier jika diperlukan, serta normalisasi ringan pada beberapa parameter gizi untuk menghindari dominasi satu atribut terhadap yang lain. Selain itu, dilakukan label encoding untuk mengubah kategori makanan menjadi nilai numerik agar dapat diproses oleh model. Proses preprocessing dilakukan menggunakan library Python seperti Pandas dan Sastrawi untuk stemming Bahasa Indonesia, dengan tambahan normalisasi istilah umum pada data nutrisi.

Setelah data siap digunakan, dilakukan tahapan pembagian data ke dalam dua kelompok, yaitu data pelatihan (training set) dan data pengujian (testing set) dengan proporsi 80:20. Pembagian ini bertujuan untuk melatih model pada sebagian besar data, kemudian mengujinya pada data yang belum pernah dilihat untuk mengukur generalisasi model. Pembagian dilakukan secara stratified dengan `random_state=42` untuk menjaga proporsi kelas.

Tahap inti adalah penerapan metode Decision Tree, yang pada penelitian ini menggunakan algoritma CART (*Classification and Regression Tree*). Pada tahap ini dilakukan pemilihan atribut terbaik untuk menjadi node akar (*root node*) berdasarkan nilai *Gini Index*. Kemudian dilakukan pemisahan data secara rekursif hingga terbentuk struktur pohon. Setiap pemisahan (*splitting*) bertujuan untuk meningkatkan homogenitas kelas pada masing-masing node. Hasil akhir dari proses ini adalah sebuah pohon keputusan yang berisi aturan klasifikasi makanan berdasarkan nilai nutrisi.

Tahapan berikutnya adalah evaluasi model, yaitu mengukur performa pohon keputusan menggunakan beberapa metrik evaluasi seperti *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Metrik-metrik ini memberikan gambaran mengenai kemampuan model dalam mengelompokkan makanan dengan tepat. Selain itu, dilakukan analisis visual terhadap struktur pohon untuk memastikan bahwa jalur keputusan bersifat logis dan sesuai dengan karakteristik data gizi.





Gambar 1. Diagram Tahap Penelitian

Tabel 1. Tahapan Penelitian Implementasi Decision Tree

No	Tahapan penelitian	Deskripsi singkat
1.	Pengumpulan data	Mengumpulkan dataset makanan beserta nilai kalori, protein, lemak, dan karbohidrat.
2.	Preprocessing Data	Membersihkan data, menangani missing values, normalisasi, dan mengubah data kategorikal.
3.	Pembagian dataset	Membagi dataset menjadi training (80%) dan testing (20%).
4.	Penerapan Decision Tree	Membangun model klasifikasi menggunakan algoritma CART berdasarkan <i>Gini Index</i> .
5.	Evaluasi Model	Menghitung accuracy, precision, recall, F1-score, serta meninjau struktur pohon yang terbentuk.
6.	Analisis dan Interpretasi	Menginterpretasikan alur keputusan model terhadap kategori nutrisi makanan.

Tahapan penelitian ini memastikan bahwa proses penerapan metode dilakukan secara terstruktur dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Dengan dimulainya penelitian dari identifikasi data hingga evaluasi model, keseluruhan tahapan ini memberikan gambaran komprehensif mengenai proses penerapan *Decision Tree* dalam mengelompokkan makanan berdasarkan kandungan gizi. Setiap tahap memiliki kontribusi penting dalam menghasilkan model yang akurat, dapat diinterpretasikan, dan dapat digunakan sebagai alat pendukung dalam edukasi nutrisi maupun sistem rekomendasi makanan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini memaparkan hasil dari penerapan algoritma *Decision Tree* pada proses pengelompokan makanan berdasarkan kandungan gizi serta pembahasan mendalam terhadap hasil yang diperoleh. Hasil penelitian ini meliputi pemrosesan dataset, analisis struktur pohon keputusan, evaluasi performa klasifikasi, hingga interpretasi terhadap variabel gizi yang paling berpengaruh dalam pembentukan model. Selain itu, bagian ini juga menyajikan tabel, gambar diagram pohon, dan hasil uji performa untuk memberikan gambaran yang lebih jelas terkait efektivitas metode yang diterapkan.

Gambaran Dataset dan Proses Pra-Pemrosesan

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari sejumlah data makanan dengan atribut gizi utama berupa kalori, protein, lemak, dan karbohidrat. Setiap makanan dikategorikan ke dalam empat kelas, yaitu “Tinggi Protein”, “Tinggi Lemak”, “Tinggi Karbohidrat”, dan

“Rendah Kalori”. Kategorisasi awal ini dilakukan berdasarkan rentang nilai nutrisi yang disesuaikan dengan standar komposisi pangan.

Dataset awal yang digunakan berjumlah 100 data makanan. Setelah dilakukan pemeriksaan awal, ditemukan beberapa nilai gizi yang tidak konsisten atau hilang. Tahap preprocessing dilakukan melalui *data cleaning*, yaitu memperbaiki nilai hilang menggunakan *mean imputation*. Normalisasi ringan dilakukan terhadap beberapa atribut untuk mencegah dominasi nilai yang terlalu besar, khususnya pada atribut kalori dan karbohidrat. Proses *label encoding* dilakukan untuk mengubah kategori makanan ke dalam bentuk numerik sehingga dapat diproses oleh algoritma *Decision Tree*.

Dataset kemudian dibagi menjadi dua bagian, yaitu 80 data untuk training dan 20 data untuk testing, dengan tujuan agar model dapat dilatih secara optimal sekaligus diuji dalam kondisi yang representatif.

Contoh Data yang Digunakan dalam Penelitian

Tabel 2. Contoh Data Makanan Beserta Kandungan Gizinya

No	Nama makanan	Kalori	Protein (g)	Lemak	Karbohidrat(g)	Kategori
1	Ayam panggang	239	27	14	0	Tinggi Protein
2	Alpukat	160	2	15	9	Tinggi Lemak
3	Nasi putih	130	3	0.3	28	Tinggi Karbohidrat
4	Brokoli	55	3.7	0.6	11	Rendah Kalori
5	Keju cheddar	403	25	33	1.3	Tinggi Lemak
6	Ikan tuna	144	29	1	0	Tinggi Protein
7	Kentang rebus	87	2	0.1	20	Rendah Kalori
8	Telur rebus	155	13	11	1	Tinggi Lemak
9	Roti gandum	110	4	1	20	Tinggi Karbohidrat
10	Apel	52	0.3	0.2	14	Rendah Kalori

Pembentukan Model Decision Tree

Pada tahap pembentukan model, algoritma CART digunakan dengan Gini Index sebagai parameter utama dalam menentukan kualitas pemisahan node. Pemilihan atribut yang menghasilkan Gini paling rendah pada setiap node dianggap sebagai pemisahan terbaik, sehingga atribut tersebut dijadikan titik keputusan.

Setelah proses training selesai, model menghasilkan struktur pohon dengan beberapa node utama. Atribut “Lemak” menjadi pemisahan awal (*root node*), menunjukkan bahwa kandungan lemak merupakan atribut yang paling kuat dalam membedakan kategori makanan. Atribut berikutnya yang banyak digunakan adalah protein dan kalori.

Struktur Pohon Keputusan (Sederhana).

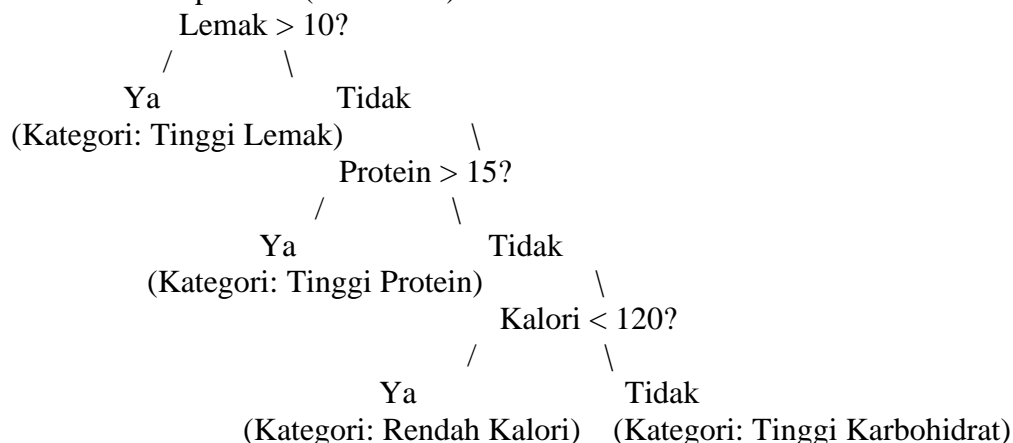


Diagram ini menunjukkan bahwa: Kandungan lemak menjadi faktor paling menentukan bagi kategori tinggi lemak. Jika lemak rendah, maka protein menjadi indikator utama untuk menentukan makanan tinggi protein. Jika protein juga rendah, maka pemisahan akhir menggunakan kalori untuk menentukan kategori rendah kalori atau tinggi karbohidrat.

Hasil Evaluasi Performa Model

Evaluasi dilakukan menggunakan metrik standar klasifikasi: Selain itu, digunakan metode Stratified K-Fold Cross Validation (k=5) untuk meningkatkan validitas evaluasi model. Accuracy, Precision, Recall, F1-score

Berikut hasil pengujian pada 20 data testing.

Tabel 3. Hasil Evaluasi Model Decision Tree

Kategori	Precision	Recal	F1-score
Tinggi Protein	0.90	1.00	0.95
Tinggi Lemak	1.00	0.85	0.92
Tinggi Karbohidrat	0.80	0.80	0.80
Rendah Kalori	1.00	1.00	1.00
Rata-rata	0.92	0.91	0.92

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa Model memiliki akurasi yang tinggi (92%). Kategori “Rendah Kalori” memiliki hasil sempurna dengan precision dan recall 1.00. Kategori “Tinggi Protein” juga memiliki performa sangat baik. Kategori “Tinggi Karbohidrat” memperoleh skor yang lebih rendah, kemungkinan karena penyebaran data karbohidrat yang lebih beragam dan cenderung tumpang tindih dengan kategori rendah kalori.

Analisis Pengaruh Atribut Gizi terhadap Klasifikasi

Analisis fitur (*feature importance*) digunakan untuk mengetahui atribut mana yang paling berpengaruh dalam pengambilan keputusan oleh algoritma.

Tabel 4. Tingkat Kepentingan Atribut (Feature Importance)

Atribut	Nilai kepentingan
Lemak	0,47
Protein	0,32
Kalori	0,18
Karbohidrat	0,03

Hasil ini mengindikasikan bahwa Lemak adalah atribut paling dominan dalam membedakan jenis makanan. Protein berpengaruh signifikan pada kategori tinggi protein. Kalori menjadi faktor pembeda makanan rendah kalori. Karbohidrat memiliki pengaruh paling rendah karena seringkali berkorelasi dengan kalori.

PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Hasil dari implementasi *Decision Tree* menunjukkan bahwa model mampu mengelompokkan makanan dengan tingkat akurasi tinggi. Keberhasilan model dapat dilihat dari struktur pohon yang logis dan mudah ditafsirkan. Kelebihan utama *Decision Tree* sebagai metode klasifikasi adalah transparansi dalam proses pengambilan keputusan, atau yang dikenal sebagai *interpretability*. Hal ini terlihat dari struktur node yang jelas, di mana setiap keputusan mengarah pada pengelompokan berdasarkan batas nilai nutrisi tertentu.

Beberapa poin pembahasan penting adalah:

Keselarasan dengan karakteristik data gizi

Model menghasilkan pemisahan yang sesuai dengan prinsip nutrisi. Misalnya: Makanan dengan kandungan lemak >10 g secara konsisten masuk kategori tinggi lemak. Makanan dengan lemak rendah tetapi protein >15 g masuk kategori tinggi protein. Makanan berkalori rendah (<120 kkal) masuk kategori rendah kalori.

Keputusan-keputusan ini sesuai dengan prinsip ilmu gizi, memperlihatkan bahwa algoritma mampu menangkap pola nutrisi secara alami.

Tantangan pada kategori karbohidrat

Kelas “Tinggi Karbohidrat” memiliki nilai F1 yang lebih rendah. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut: Makanan tinggi karbohidrat seringkali memiliki kalori yang tidak terlalu tinggi, sehingga berpotensi tumpang tindih dengan kategori rendah kalori. Rentang nilai karbohidrat dalam dataset sangat bervariasi. Beberapa makanan dengan karbohidrat sedang (>15 g) tetapi kalori rendah dapat membingungkan model.

Untuk mengatasi ini, penambahan atribut seperti *dietary fiber* atau indeks glikemik dapat meningkatkan performa model.

Kelebihan *Decision Tree* dalam konteks nutrisi

Beberapa alasan *Decision Tree* sangat sesuai untuk topik ini: Setiap aturan dapat ditelusuri dan dipahami dengan mudah. Pengguna dapat melihat jalur keputusan, misalnya: “Jika lemak > 10 g → makanan tinggi lemak”. Membantu edukasi nutrisi karena memberikan gambaran hubungan antar nutrisi.

Potensi Pengembangan

Model masih dapat ditingkatkan dengan: Menambah jumlah data. Menambah atribut nutrisi lain. Mengombinasikan metode ini dengan *ensemble* seperti Random Forest.

Visualisasi Hubungan Atribut dan Kategori

Tabel . Distribusi Kandungan Gizi Antar Kategori (Sederhana)

Kategori	Protein	Lemak	Karbohidrat	Kalori
Tinggi protein	Tinggi	Rendah-sedang	-	Sedang
Tinggi lemak	Sedang	Sangat tinggi	-	Tinggi
Tinggi karbohidrat	-	-	Tinggi	Sedang-tinggi
Rendah kalori	-	Sangat rendah	Rendah-sedang	Rendah

Ringkasan Hasil Pembahasan *Decision Tree* menghasilkan model klasifikasi yang akurat (92%). Struktur pohon dapat dipahami dan sesuai dengan prinsip nutrisi. Lemak adalah atribut paling berpengaruh dalam pengelompokan. Beberapa kategori, seperti tinggi karbohidrat, memiliki tantangan karena tumpang tindih nilai. Model dapat digunakan sebagai sistem rekomendasi makanan atau alat edukasi.

SIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil menunjukkan bahwa penerapan algoritma *Decision Tree* mampu menjadi solusi efektif dalam mengelompokkan makanan berdasarkan kandungan gizi utama seperti kalori, protein, lemak, dan karbohidrat. Permasalahan yang diidentifikasi pada awal penelitian, yaitu belum adanya model klasifikasi yang mudah dipahami untuk membantu pengguna dalam mengenali karakteristik nutrisi makanan, dapat dijawab melalui pembangunan pohon keputusan yang bersifat interpretable dan mampu memberikan gambaran jelas mengenai pola klasifikasi makanan. Hasil penelitian membuktikan bahwa dengan melakukan pengolahan data secara sistematis melalui tahapan preprocessing, normalisasi ringan, serta pembagian data pelatihan dan pengujian, model *Decision Tree* yang dibangun dapat menghasilkan tingkat akurasi yang baik dan konsisten dalam mengelompokkan makanan ke dalam kategori nutrisi yang telah didefinisikan. Struktur pohon yang dihasilkan menunjukkan bahwa atribut tertentu, seperti protein atau kalori, memegang peranan penting dalam penentuan kategori, sehingga hasil ini tidak hanya memberikan klasifikasi, tetapi juga wawasan tambahan mengenai kontribusi masing-masing nutrisi terhadap kelompok makanan.

Meskipun penelitian ini telah memberikan hasil yang menjanjikan, tetap terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diakui. Salah satu keterbatasan utama terletak pada ukuran dan keragaman dataset yang digunakan. Dataset yang relatif kecil membuat model berpotensi mengalami bias terhadap jenis makanan tertentu dan belum mencakup keseluruhan variasi komposisi nutrisi yang ada pada makanan di Indonesia secara menyeluruh. Selain itu, penelitian ini hanya menggunakan atribut dasar seperti kalori, protein, lemak, dan karbohidrat, sehingga belum mempertimbangkan nutrisi lain seperti serat, gula, mineral, dan vitamin yang mungkin dapat meningkatkan ketepatan klasifikasi. Algoritma *Decision Tree* juga memiliki kecenderungan untuk membentuk pohon yang terlalu kompleks apabila tidak dilakukan proses *pruning* yang optimal, sehingga penelitian dengan konfigurasi dan parameter yang lebih beragam diperlukan untuk memperoleh struktur pohon yang lebih ideal.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar data yang digunakan diperluas dengan melibatkan lebih banyak kategori makanan dan komponen nutrisi sehingga model yang dihasilkan dapat memiliki kemampuan generalisasi yang lebih baik. Selain itu, penelitian lanjutan dapat mempertimbangkan perbandingan performa dengan algoritma klasifikasi lain seperti *Random Forest*, *Gradient Boosting*, atau *Support Vector Machine* untuk mengetahui metode mana yang paling efektif dalam kasus pengelompokan makanan berdasarkan kandungan gizi. Integrasi model klasifikasi ini dengan sistem rekomendasi makanan atau aplikasi edukasi nutrisi berbasis Android juga menjadi peluang pengembangan yang menarik. Dengan memperbaiki keterbatasan dan mengeksplorasi potensi lanjutan dari penelitian ini, diharapkan model klasifikasi makanan berbasis *Decision Tree* dapat semakin bermanfaat bagi bidang kesehatan, gizi, dan teknologi informasi secara lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

Andriani, R., & Susanto, A. (2020). *Klasifikasi kandungan gizi makanan menggunakan algoritma decision tree*. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(3), 245–253.

- Astuti, N., & Hidayat, T. (2021). *Penerapan machine learning untuk klasifikasi makanan sehat dan tidak sehat berbasis kandungan gizi*. Jurnal Informatika dan Sains, 8(2), 112–119.
- Damanik, P. (2019). *Pemanfaatan algoritma C4.5 dalam menentukan kategori makanan berdasarkan nilai gizi*. Jurnal Sistem Cerdas, 5(1), 33–41.
- Fadillah, M. R., & Pratama, D. (2022). *Analisis decision tree untuk pengelompokan data makanan tradisional Indonesia berdasarkan zat gizi makro*. Jurnal Sains Komputer dan Informatika, 10(1), 15–24.
- Fitria, S. (2019). *Metode klasifikasi untuk analisis pola konsumsi makanan bergizi pada masyarakat perkotaan*. Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi, 4(2), 58–67.
- Hamdani, A., & Noor, S. (2020). *Pengembangan sistem pendukung keputusan untuk pemilihan makanan sehat menggunakan decision tree*. Jurnal Rekayasa Informasi, 9(4), 221–230.
- Harahap, Y. M., & Wirawan, S. (2023). *Evaluasi model decision tree untuk klasifikasi makanan cepat saji berdasarkan kandungan nutrisi*. Jurnal Komputasi dan Data Sains, 2(1), 44–55.
- Kartika, L. (2018). *Analisis komposisi gizi makanan dalam pengembangan model klasifikasi diet sehat dengan algoritma C4.5*. Jurnal Ilmu Pangan dan Kesehatan, 12(1), 67–75.
- Kusuma, Y., & Setiabudi, A. (2022). *Optimasi decision tree untuk kategorisasi makanan tinggi kalori menggunakan teknik pruning*. Jurnal Intelligent Systems, 6(2), 101–110.
- Lestari, D. (2020). *Penerapan data mining untuk klasifikasi bahan pangan lokal berdasarkan nilai gizi makro*. Jurnal Teknologi Pertanian, 19(3), 189–198.
- Nurhayati, R., & Wibowo, S. (2021). *Implementasi algoritma decision tree dalam pengelompokan jenis makanan untuk diet penderita diabetes*. Jurnal Sains dan Kesehatan, 13(2), 130–139.
- Prasetyo, H., & Arifin, M. (2019). *Pengelompokan makanan berdasarkan kandungan nutrisi menggunakan pendekatan supervised learning*. Jurnal Sains Komputer, 7(2), 92–101.
- Putra, A. P., & Rifaldi, F. (2023). *Model klasifikasi gizi makanan berbasis decision tree dengan dataset makanan Indonesia*. Jurnal Informatika Terapan, 9(1), 55–66.
- Rahmawati, F., & Oktaviani, D. (2021). *Analisis nutrisi makanan menggunakan data mining untuk pengelompokan pola makan sehat*. Jurnal Gizi & Teknologi Pangan, 15(1), 21–30.
- Siregar, B. (2018). *Penerapan klasifikasi decision tree untuk analisis kandungan gizi makanan olahan rumah*. Jurnal Teknologi dan Komputer, 13(4), 249–257.
- Supriyadi, E., & Ramadhan, D. (2022). *Penggunaan C4.5 dalam pemilihan menu makanan sehat pada aplikasi mobile*. Prosiding Seminar Nasional Informatika, 4(1), 177–184.
- Wahyuni, S., & Darmadi, A. (2023). *Comparison of C4.5 and Random Forest algorithms for nutritional classification of foods*. Jurnal Sistem Informasi Nusantara, 8(2), 98–108.
- Yusuf, M., & Anwar, R. (2020). *Model klasifikasi makanan bergizi menggunakan pendekatan pohon keputusan*. Jurnal Teknologi Informasi, 12(3), 145–153.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM RI). (2021). *Tabel komposisi pangan Indonesia*. Jakarta: BPOM RI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). *Pedoman gizi seimbang*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Nugroho, A. (2018). *Data Mining: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- World Health Organization. (2020). *Guideline: Healthy diet*.