

Analisis Pola Pemesanan sebagai Dasar Pengambilan Keputusan Manajerial pada CV Berkah Dwi Rasa Menggunakan Metode K-Means

Vika Nuralliya Ananda ^{a,1,*}, Salmiawati ^{b,2}, Raihan Maulana ^{c,3}

^{a b c} Universitas Nusa Putra, Jl. Raya Cibolang Cisaat No. 21, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat 43152, Indonesia
¹vika.nuralliya_si23@nusaputra.ac.id, ²salmiawati_si23@nusaputra.ac.id, ³raihan.maulana_si23@nusaputra.ac.id

* Penulis Korespondensi

Diterima 2 Juni 2026; Direvisi 17 Juni 2026; Diterima 22 Juni 2026

AB STRAK

Pelaku Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan sektor penting dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia, termasuk pada bidang usaha jasa boga seperti CV. Berkah Dwi Rasa di Sukabumi. Namun, proses pengambilan keputusan dalam operasional usaha ini masih dilakukan secara manual dan intuitif, yang berdampak pada inefisiensi, pemborosan anggaran, serta sulitnya melakukan evaluasi kinerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis metode SAW (Simple Additive Weighting) dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengambilan keputusan operasional. Data dikumpulkan melalui observasi langsung, wawancara dengan pemilik dan mitra usaha, serta dokumentasi internal. Kriteria evaluasi mencakup efisiensi biaya, kualitas layanan, ketepatan waktu, dan tingkat kepuasan pelanggan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem SPK yang dirancang mampu memberikan rekomendasi keputusan yang lebih objektif dan terstruktur dibanding metode manual. Sistem ini tidak hanya mempermudah proses penilaian alternatif, tetapi juga berpotensi menjadi model penerapan teknologi informasi yang sederhana namun relevan bagi UMKM sejenis. Dengan demikian, penerapan metode SAW dalam SPK memberikan kontribusi nyata terhadap perbaikan pengelolaan usaha kecil dan menengah di era digital..



KATA KUNCI

Analisis Pola
Pemesanan
Sistem Pengambilan
Keputusan
K-Means
Data Mining

AB STRACT

Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) play a significant role in Indonesia's economic development, including in the culinary service sector such as CV. Berkah Dwi Rasa in Sukabumi. However, the decision-making process in this business is still conducted manually and intuitively, resulting in inefficiencies, budget waste, and difficulties in evaluating performance. This study aims to analyze the implementation of a Decision Support System (DSS) based on the Simple Additive Weighting (SAW) method to improve the effectiveness and efficiency of operational decision-making. Data were collected through direct observation, interviews with the business owner and partners, and internal documentation. The evaluation criteria include cost efficiency, service quality, timeliness, and customer satisfaction. Simulation results show that the designed DSS provides more objective and structured recommendations compared to manual methods. This system not only facilitates the assessment of alternatives but also has the potential to serve as a simple yet relevant information technology model for similar MSMEs. Therefore, the implementation of the SAW method in DSS offers a practical contribution to improving the management of small businesses in the digital era.



KEYWORD

Order Pattern Analysis as a
Basis for Decision Making
Using the K-Means Method



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Program Makan Bergizi Gratis (MBG) merupakan salah satu kebijakan strategis nasional yang diinisiasi oleh Pemerintah Indonesia sebagai upaya meningkatkan kualitas sumber daya manusia sejak usia dini. Program ini dirancang untuk memastikan terpenuhinya kebutuhan gizi anak sekolah secara merata, meningkatkan kesehatan dan konsentrasi belajar, serta mendukung pembangunan manusia yang berkelanjutan. Dalam konteks kebijakan publik, MBG tidak hanya diposisikan sebagai program bantuan sosial, tetapi juga sebagai bentuk investasi jangka panjang yang berperan penting dalam peningkatan kualitas generasi penerus bangsa.

Dalam pelaksanaannya, Program MBG melibatkan rangkaian proses operasional yang kompleks dan saling berkaitan, mulai dari tahap perencanaan dan penganggaran, pengadaan bahan pangan, proses pengolahan dan penyajian makanan, hingga pendistribusian kepada penerima manfaat. Setiap tahapan tersebut menuntut pengelolaan yang profesional, koordinasi lintas sektor, serta kepatuhan terhadap standar keamanan pangan dan prosedur operasional yang telah ditetapkan. Kegagalan pada salah satu tahapan operasional berpotensi menimbulkan dampak serius, terutama pada aspek kesehatan penerima manfaat.

Permasalahan yang muncul dalam implementasi Program MBG di tingkat daerah menunjukkan bahwa pelaksanaan program belum sepenuhnya berjalan sesuai dengan standar yang diharapkan. Salah satu permasalahan krusial yang mendapat perhatian publik adalah terjadinya insiden keracunan makanan dalam Program MBG di wilayah Cileungsi, Kabupaten Bogor. Insiden ini mengindikasikan adanya kelemahan dalam pengendalian mutu makanan serta pengawasan keamanan pangan dalam rantai operasional MBG, mulai dari pengolahan hingga distribusi makanan kepada anak sekolah.

Insiden keracunan makanan tidak hanya berdampak langsung terhadap kesehatan anak sekolah sebagai kelompok sasaran utama, tetapi juga menimbulkan implikasi yang lebih luas terhadap keberlangsungan program dan kepercayaan masyarakat. Selain itu, kejadian tersebut berpotensi menyebabkan pemborosan anggaran negara, seperti makanan yang tidak layak konsumsi dan harus dibuang, terganggunya proses distribusi, serta munculnya biaya tambahan untuk penanganan kesehatan korban. Kondisi ini menunjukkan bahwa kegagalan operasional Program MBG tidak hanya menjadi persoalan teknis, tetapi juga berdampak pada efisiensi penggunaan anggaran publik.

Sejauh ini, kajian akademik terkait Program Makan Bergizi Gratis masih cenderung berfokus pada aspek kebijakan, hukum, dampak ekonomi, atau peningkatan status gizi secara umum. Penelitian yang mengkaji insiden keracunan makanan MBG secara spesifik dan mengaitkannya dengan kegagalan operasional serta pemborosan anggaran negara masih relatif terbatas. Selain itu, pemanfaatan pendekatan berbasis data, khususnya data mining, dalam menganalisis pola insiden keracunan makanan MBG belum banyak dilakukan.

Oleh karena itu, penelitian ini memanfaatkan pendekatan data mining untuk menganalisis data kuesioner terkait pelaksanaan operasional Program MBG di wilayah Cileungsi, Kabupaten Bogor. Melalui penerapan teknik clustering, khususnya metode K-Means, penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan data berdasarkan karakteristik operasional yang serupa sehingga dapat diidentifikasi pola risiko keracunan makanan dan titik-titik kritis kegagalan operasional. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang lebih objektif, sistematis, dan berbasis data sebagai dasar evaluasi serta perumusan rekomendasi perbaikan pelaksanaan Program Makan Bergizi Gratis di tingkat daerah.

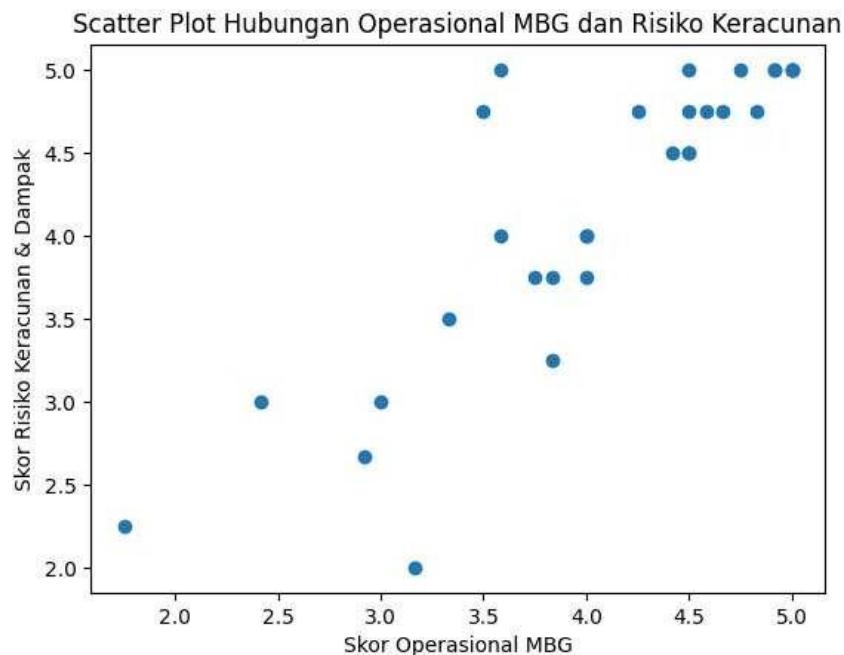
1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, dapat diidentifikasi sejumlah permasalahan utama yang berkaitan dengan pelaksanaan Program Makan Bergizi Gratis (MBG) di wilayah Cileungsi, Kabupaten Bogor. Permasalahan pertama adalah masih ditemukannya kelemahan dalam pengelolaan operasional Program MBG, khususnya pada tahapan pengolahan, penyimpanan, dan distribusi makanan, yang berpotensi menurunkan mutu serta keamanan pangan bagi penerima manfaat.

Permasalahan kedua ditunjukkan dengan terjadinya insiden keracunan makanan dalam pelaksanaan Program MBG di Cileungsi. Kejadian ini mengindikasikan adanya kegagalan dalam penerapan standar hygiene dan sanitasi serta lemahnya sistem pengawasan keamanan pangan. Insiden tersebut menjadi indikator bahwa mekanisme pengendalian mutu makanan belum berjalan secara optimal di tingkat pelaksana.

Permasalahan selanjutnya berkaitan dengan belum optimalnya pemanfaatan data operasional Program MBG sebagai dasar evaluasi dan pengambilan keputusan. Data kuesioner dan data kejadian yang tersedia belum dianalisis secara sistematis untuk mengidentifikasi pola, kecenderungan, maupun titik-titik kritis yang berkontribusi terhadap terjadinya keracunan makanan. Akibatnya, upaya perbaikan yang dilakukan masih bersifat reaktif dan belum berbasis analisis data yang komprehensif.

Selain itu, terjadinya insiden keracunan makanan juga berimplikasi pada potensi pemborosan anggaran negara. Makanan yang tidak layak konsumsi harus dibuang, distribusi program menjadi terganggu, serta muncul biaya tambahan untuk penanganan kesehatan korban. Hal ini menunjukkan bahwa kegagalan operasional Program MBG tidak hanya berdampak pada aspek kesehatan, tetapi juga memengaruhi efisiensi penggunaan anggaran publik.



Gambar 1.2. Scatter Plot Hubungan Operasional MBG dan Risiko Keracunan

Scatter plot ini menunjukkan hubungan antara Skor Operasional Program MBG (sumbu X) dan Skor Risiko Keracunan dan Dampak (sumbu Y). Skor operasional diperoleh dari rata-rata variabel pengadaan bahan pangan, proses pengolahan, penyimpanan dan distribusi, serta pengawasan keamanan pangan. Sementara itu, skor risiko merupakan rata-rata penilaian responden terkait risiko keracunan dan dampak pemborosan anggaran. Pola sebaran titik menunjukkan adanya kecenderungan hubungan antara kualitas operasional Program MBG dengan tingkat risiko keracunan, yang selanjutnya menjadi dasar penerapan metode clustering (K-Means) untuk mengelompokkan tingkat risiko operasional.

Dengan demikian, permasalahan utama dalam penelitian ini terletak pada belum adanya pemetaan dan analisis berbasis data mengenai pola insiden keracunan makanan Program MBG serta keterkaitannya dengan kegagalan operasional dan potensi pemborosan anggaran negara, khususnya di wilayah Cileungsi, Kabupaten Bogor.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini disusun sebagai berikut:

1. Bagaimana gambaran kondisi operasional Program Makan Bergizi Gratis (MBG) di wilayah Cileungsi, Kabupaten Bogor berdasarkan data kuesioner yang dikumpulkan?
2. Bagaimana pola hubungan antara kualitas operasional Program MBG dengan tingkat risiko keracunan makanan dan dampak yang ditimbulkan?
3. Bagaimana hasil pengelompokan (clustering) data operasional dan risiko keracunan Program MBG menggunakan metode K-Means Clustering?
4. Bagaimana karakteristik masing-masing cluster yang terbentuk dalam menggambarkan tingkat risiko operasional Program MBG?
5. Bagaimana hasil analisis clustering tersebut dapat digunakan sebagai dasar evaluasi dan rekomendasi perbaikan pelaksanaan Program Makan Bergizi Gratis di wilayah Cileungsi, Kabupaten Bogor?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kondisi operasional Program Makan Bergizi Gratis (MBG) di wilayah Cileungsi, Kabupaten Bogor berdasarkan hasil pengolahan data kuesioner.
2. Mengidentifikasi pola hubungan antara kualitas operasional Program MBG dengan tingkat risiko keracunan makanan serta dampak yang ditimbulkan.
3. Menerapkan metode K-Means Clustering untuk mengelompokkan data operasional dan risiko keracunan Program MBG ke dalam beberapa cluster yang memiliki karakteristik serupa.
4. Mendeskripsikan karakteristik masing-masing cluster yang terbentuk berdasarkan tingkat risiko dan kualitas operasional Program MBG.
5. Memberikan rekomendasi berbasis hasil analisis data mining sebagai bahan evaluasi dan perbaikan pelaksanaan Program Makan Bergizi Gratis di wilayah Cileungsi, Kabupaten Bogor.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoretis maupun praktis bagi berbagai pihak yang terkait. Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan keilmuan di bidang data mining, khususnya dalam penerapan metode clustering untuk menganalisis permasalahan di sektor kesehatan dan kebijakan publik. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi akademik bagi penelitian selanjutnya yang mengkaji evaluasi program pemerintah berbasis analisis data.
2. Manfaat Praktis Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi bagi pemerintah daerah dan pihak penyelenggara Program Makan Bergizi Gratis dalam meningkatkan kualitas operasional program. Informasi mengenai pola risiko dan karakteristik cluster hasil analisis data mining dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk memperbaiki sistem pengolahan, distribusi, serta pengawasan keamanan pangan guna meminimalkan risiko keracunan makanan.
3. Manfaat Kebijakan Dari sisi kebijakan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi berbasis data kepada pemangku kepentingan dalam perumusan kebijakan dan strategi pengelolaan Program Makan Bergizi Gratis. Pendekatan berbasis data mining yang digunakan dalam penelitian ini dapat mendukung upaya peningkatan efektivitas program serta efisiensi penggunaan anggaran negara.

1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan pendekatan data mining. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kegagalan operasional Program Makan Bergizi Gratis (MBG) melalui proses pengelompokan data berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik menggunakan metode K-Means Clustering.

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil observasi, wawancara, dan/atau kuesioner yang berkaitan dengan pelaksanaan operasional Program MBG. Data tersebut mencakup beberapa variabel yang merepresentasikan faktor-faktor kegagalan operasional, seperti keterlambatan distribusi, kualitas bahan makanan, ketepatan jumlah porsi, ketersediaan sumber daya manusia, serta koordinasi antar pihak terkait.

Tahapan penelitian dimulai dengan pengumpulan data, dilanjutkan dengan proses pra-pemrosesan data (data preprocessing) untuk memastikan data layak dianalisis. Selanjutnya, data dianalisis menggunakan metode K-Means Clustering dengan menentukan jumlah cluster yang sesuai. Hasil pengelompokan kemudian dianalisis untuk mengetahui karakteristik setiap cluster kegagalan operasional Program MBG. Tahap akhir penelitian adalah penarikan kesimpulan dan pemberian rekomendasi berdasarkan hasil analisis yang diperoleh.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Program Makan Bergizi Gratis (MBG)

Program Makan Bergizi Gratis (MBG) merupakan kebijakan pemerintah yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas gizi anak sekolah melalui penyediaan makanan bergizi secara rutin. Program ini dirancang sebagai bagian dari strategi pembangunan sumber daya manusia dengan fokus pada pemenuhan kebutuhan gizi, peningkatan kesehatan, dan dukungan terhadap proses belajar anak.

Dalam pelaksanaannya, Program MBG melibatkan berbagai tahapan operasional, mulai dari perencanaan menu, pengadaan bahan pangan, pengolahan dan penyajian makanan, hingga pendistribusian kepada penerima manfaat.

Keberhasilan Program MBG sangat dipengaruhi oleh kualitas pengelolaan operasional dan kepatuhan terhadap standar keamanan pangan. Setiap tahapan operasional harus memenuhi prinsip higiene dan sanitasi guna mencegah terjadinya kontaminasi makanan. Kegagalan dalam penerapan standar tersebut dapat meningkatkan risiko terjadinya keracunan makanan, yang tidak hanya berdampak pada kesehatan penerima manfaat, tetapi juga pada efektivitas dan keberlanjutan program.

2.2 Keamanan Pangan dan Risiko Keracunan Makanan

Keamanan pangan merupakan kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan fisik yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Dalam konteks Program MBG, keamanan pangan menjadi aspek krusial karena makanan diproduksi dan dikonsumsi oleh kelompok rentan, yaitu anak sekolah. Risiko keracunan makanan dapat muncul akibat pengelolaan bahan pangan yang tidak higienis, proses pengolahan yang tidak sesuai standar, penyimpanan yang tidak tepat, serta distribusi makanan yang tidak memperhatikan suhu dan waktu konsumsi.

Insiden keracunan makanan pada program penyediaan makanan massal sering kali mencerminkan adanya kelemahan dalam sistem pengendalian mutu dan pengawasan. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi yang komprehensif terhadap faktor-faktor operasional yang berkontribusi terhadap munculnya risiko keracunan makanan, khususnya pada Program MBG.

2.3 Data Mining

Data mining merupakan proses penggalian informasi dan pengetahuan yang bernilai dari kumpulan data dalam jumlah besar dengan menggunakan teknik statistik, pembelajaran mesin, dan kecerdasan buatan. Data mining bertujuan untuk menemukan pola, hubungan, dan kecenderungan tersembunyi yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan. Dalam bidang kesehatan dan kebijakan publik, data mining banyak dimanfaatkan untuk menganalisis risiko, mengevaluasi kinerja program, serta mendukung perumusan kebijakan berbasis data.

Penerapan data mining dalam evaluasi Program MBG memungkinkan analisis data operasional dan data risiko secara sistematis. Dengan memanfaatkan data kuesioner yang dikumpulkan dari lapangan, data mining dapat membantu mengidentifikasi pola kegagalan operasional yang berpotensi meningkatkan risiko keracunan makanan.

2.4 Clustering

Clustering merupakan salah satu teknik dalam data mining yang bertujuan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok (cluster) berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik antar data. Proses clustering dilakukan tanpa menggunakan label kelas sebelumnya, sehingga termasuk dalam metode unsupervised learning. Setiap cluster yang terbentuk diharapkan memiliki tingkat homogenitas yang tinggi di dalam cluster dan heterogenitas yang tinggi antar cluster.

Dalam penelitian ini, teknik clustering digunakan untuk mengelompokkan data operasional Program MBG dan data risiko keracunan makanan. Pengelompokan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelompok data dengan tingkat risiko rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan karakteristik operasional yang serupa.

2.5 Metode K-Means Clustering

K-Means Clustering merupakan salah satu algoritma clustering yang paling banyak digunakan karena kesederhanaan dan efisiensinya. Metode ini bekerja dengan cara membagi data ke dalam sejumlah cluster (k) yang telah ditentukan sebelumnya, berdasarkan jarak terdekat antara data dengan pusat

cluster (centroid). Proses iterasi dilakukan hingga posisi centroid stabil dan tidak mengalami perubahan signifikan.

Dalam konteks penelitian ini, metode K-Means digunakan untuk mengelompokkan data kuesioner Program MBG berdasarkan variabel operasional dan risiko keracunan makanan. Hasil pengelompokan diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik setiap cluster dan tingkat risiko operasional Program MBG di wilayah Cileungsi, Kabupaten Bogor.

2.6 Penelitian Terkait

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan data mining, khususnya metode clustering, efektif dalam menganalisis permasalahan di bidang kesehatan dan evaluasi program. Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji insiden keracunan makanan dalam Program Makan Bergizi Gratis menggunakan pendekatan data mining masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat melengkapi kajian sebelumnya dengan mengintegrasikan analisis operasional Program MBG dan risiko keracunan makanan melalui pendekatan K-Means Clustering.

III KERANGKA BERPIKIR

3.1 Kerangka berpikir

merupakan alur logis yang digunakan dalam penelitian untuk menjelaskan hubungan antara permasalahan, data yang digunakan, metode analisis, hingga hasil yang diharapkan. Kerangka berpikir dalam penelitian ini disusun untuk memberikan gambaran sistematis mengenai proses analisis insiden keracunan makanan pada Program Makan Bergizi Gratis (MBG) di wilayah Cileungsi, Kabupaten Bogor dengan pendekatan data mining.

Permasalahan utama yang menjadi titik awal penelitian ini adalah terjadinya insiden keracunan makanan dalam pelaksanaan Program MBG yang mengindikasikan adanya kegagalan pada aspek operasional, seperti pengolahan, penyimpanan, distribusi makanan, serta pengawasan keamanan pangan. Permasalahan tersebut tidak hanya berdampak pada kesehatan penerima manfaat, tetapi juga berpotensi menimbulkan pemborosan anggaran negara dan menurunkan efektivitas program.

Untuk menganalisis permasalahan tersebut secara objektif dan berbasis data, penelitian ini menggunakan data kuesioner yang dikumpulkan dari responden terkait pelaksanaan operasional Program MBG. Data kuesioner tersebut mencerminkan penilaian terhadap kualitas operasional MBG dan tingkat risiko keracunan makanan serta dampak yang ditimbulkan. Data yang diperoleh kemudian melalui tahap praproses data, seperti seleksi variabel dan pengolahan nilai, agar siap dianalisis menggunakan teknik data mining.

Tahap selanjutnya adalah penerapan metode clustering dengan algoritma K-Means. Metode ini digunakan untuk mengelompokkan data berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik operasional dan risiko keracunan makanan. Melalui proses clustering, data dikelompokkan ke dalam beberapa cluster yang merepresentasikan tingkat risiko operasional Program MBG, seperti cluster dengan risiko rendah, sedang, dan tinggi.

Hasil clustering kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi karakteristik masing-masing cluster, khususnya faktor-faktor operasional yang dominan pada kelompok dengan risiko keracunan tinggi. Analisis ini menjadi dasar dalam menarik kesimpulan mengenai pola hubungan antara kualitas operasional Program MBG dan risiko keracunan makanan.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan rekomendasi berbasis data yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dan perbaikan pelaksanaan Program Makan Bergizi Gratis di wilayah Cileungsi, Kabupaten Bogor.

3.2 State of the Art (SoTA)

Berikut merupakan ringkasan penelitian terdahulu (State of the Art) yang relevan dengan tema analisis risiko keracunan makanan, keamanan pangan, dan evaluasi program penyediaan makanan menggunakan pendekatan data mining.

Tabel 1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti & Tahun	Objek Penelitian	Metode/Algoritma	Variabel yang Digunakan	Hasil Utama	Keterbatasan Penelitian
1	Sari et al. (2021)	Kantin Sekolah	K-Means	Higiene, sanitasi, penyimpanan	3 cluster risiko	Data terbatas lokasi
2	Putra & Lestari (2021)	Penyedia Makanan Massal	Decision Tree	Proses masak, distribusi	Akurasi 88%	Fokus prediksi, bukan evaluasi
3	Rahmawati et al. (2022)	Program Gizi Sekolah	Naïve Bayes	Menu, waktu saji	Akurasi 84%	Data skala kecil
4	Hidayat et al. (2022)	Dapur Umum	K-Means	Suhu, kebersihan, waktu	4 cluster risiko	Tidak analisis dampak biaya
5	Prakoso et al. (2023)	Program Bantuan Pangan	Random Forest	Logistik, kualitas bahan	Akurasi 91%	Model kompleks
6	Lestari et al. (2023)	Kantin Sekolah Dasar	KNN	BB makanan, higiene	Akurasi 86%	Sensitif skala data
7	Nugroho & Sari (2023)	Keamanan Pangan	Fuzzy C-Means	Risiko kontaminasi	Cluster fleksibel	Sulit interpretasi
8	Wibowo et al. (2024)	Program Makan Gratis	SVM	Distribusi, kualitas	Akurasi 89%	Kurang interpretatif
9	Ananda et al. (2024)	MBG Daerah	K-Means	Operasional & risiko	3 cluster risiko	Belum rekomendasi kebijakan
10	Penelitian Ini (2026)	MBG Cileungsi	K-Means Clustering	Operasional MBG & risiko keracunan	Cluster risiko rendah–tinggi	Skala wilayah terbatas

Berbagai penelitian telah mengkaji permasalahan keamanan pangan dan risiko keracunan makanan pada program penyediaan makanan massal dengan memanfaatkan algoritma data mining dan machine learning, seperti Decision Tree, K-Nearest Neighbor (KNN), Support Vector Machine (SVM), serta metode clustering terdapat pada Tabel 1. Penelitian yang menggunakan Decision Tree pada objek penyediaan makanan dan keamanan pangan menunjukkan kemampuan yang baik dalam mengidentifikasi faktor risiko operasional, namun penggunaan dataset yang bersifat umum menyebabkan keterbatasan dalam

penerapan pada konteks program spesifik di tingkat daerah atau sekolah [1][2]. Selain itu, pendekatan klasifikasi lebih menitikberatkan pada prediksi, sehingga kurang optimal dalam memetakan pola risiko operasional secara menyeluruh.

Pendekatan lain menggunakan SVM dan algoritma klasifikasi lanjutan juga menunjukkan performa yang cukup baik dalam analisis risiko keamanan pangan. Namun, metode tersebut umumnya bergantung pada variabel yang relatif kompleks dan menghasilkan model yang kurang interpretatif,

sehingga menyulitkan penerapan praktis oleh pengelola program makanan di tingkat lokal [8]. Kondisi ini menjadi kendala ketika hasil analisis diharapkan dapat digunakan sebagai dasar evaluasi operasional dan pengambilan keputusan yang sederhana.

Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) juga banyak digunakan dalam analisis keamanan pangan dan risiko keracunan makanan dengan hasil akurasi yang cukup baik. Meskipun demikian, metode ini memiliki kelemahan berupa sensitivitas terhadap skala data dan pemilihan parameter, sehingga kurang stabil ketika diterapkan pada data operasional yang bervariasi [6]. Penelitian perbandingan algoritma menunjukkan bahwa metode yang lebih kompleks, seperti Random Forest, mampu menghasilkan performa yang tinggi, namun kompleksitas model tersebut dinilai kurang sesuai untuk evaluasi program publik yang membutuhkan pendekatan analisis yang mudah dipahami [5].

Sejumlah penelitian mulai menerapkan metode clustering, khususnya K-Means, dalam menganalisis risiko keamanan pangan dan kegagalan operasional pada program penyediaan makanan. Pendekatan ini dinilai lebih sesuai untuk memetakan pola risiko dan mengelompokkan kondisi operasional tanpa memerlukan label kelas [1][4][9]. Namun, sebagian penelitian tersebut masih bersifat umum dan belum secara eksplisit mengaitkan hasil clustering dengan evaluasi program pemerintah serta implikasi pemborosan anggaran.

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada penerapan metode K-Means Clustering untuk menganalisis data kuesioner operasional Program Makan Bergizi Gratis (MBG) di wilayah Cileungsi, Kabupaten Bogor. Dengan menggunakan variabel operasional dan risiko keracunan makanan yang relatif sederhana, penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan pengelompokan tingkat risiko yang mudah diinterpretasikan serta relevan sebagai dasar evaluasi dan rekomendasi perbaikan pelaksanaan Program MBG di tingkat daerah [10].

IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Jenis dan Pendekatan

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode data mining. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian ini berfokus pada pengolahan dan analisis data numerik yang diperoleh dari kuesioner untuk mengidentifikasi pola risiko keracunan makanan pada Program Makan Bergizi Gratis (MBG). Metode data mining digunakan untuk menggali pola tersembunyi dari data operasional MBG secara sistematis dan objektif.

4.2 Objek dan Lokasi Penelitian

Objek penelitian ini adalah Program Makan Bergizi Gratis (MBG) dengan fokus pada analisis operasional dan risiko keracunan makanan. Lokasi penelitian dilakukan di wilayah Cileungsi, Kabupaten Bogor. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada adanya insiden keracunan makanan dalam pelaksanaan MBG serta ketersediaan data kuesioner yang relevan dengan tujuan penelitian.

4.3 Sumber dan Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada responden yang terlibat atau memiliki pengetahuan terkait pelaksanaan Program

MBG. Data kuesioner mencakup penilaian terhadap aspek operasional MBG dan risiko keracunan makanan. Selain itu, penelitian ini juga didukung oleh data sekunder berupa literatur, jurnal ilmiah, dan dokumen pendukung yang relevan dengan topik penelitian.

4.4 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel input (independen) yang merepresentasikan aspek operasional Program Makan Bergizi Gratis (MBG) serta variabel analisis yang digunakan untuk menggambarkan tingkat risiko keracunan makanan. Rincian variabel penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Variabel Penelitian

No	Variabel	Jenis Variabel	Keterangan
1	Pengadaan Bahan Pangan	Independen	Kualitas dan kelayakan bahan pangan yang digunakan dalam Program MBG
2	Proses Pengolahan Makanan	Independen	Tingkat penerapan higiene dan sanitasi dalam proses pengolahan makanan
3	Penyimpanan dan Distribusi	Independen	Kesesuaian proses penyimpanan dan distribusi makanan dengan standar keamanan pangan
4	Pengawasan Keamanan Pangan	Independen	Intensitas dan efektivitas pengawasan terhadap keamanan pangan MBG
5	Risiko Keracunan Makanan	Variabel Analisis	Tingkat potensi terjadinya keracunan makanan dan dampaknya pada penerima manfaat

4.5 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dalam studi ini dilakukan secara sistematis dan terstruktur. Tahap pertama adalah identifikasi permasalahan melalui studi literatur dan penelaahan kasus insiden keracunan makanan pada Program MBG. Tahap kedua adalah pengumpulan data melalui penyebaran kuesioner kepada responden yang terlibat dalam pelaksanaan MBG di wilayah Cileungsi, Kabupaten Bogor.

Tahap selanjutnya adalah praproses data, yang meliputi pemeriksaan kelengkapan data, seleksi variabel, serta perhitungan nilai rata-rata setiap variabel untuk membentuk dataset yang siap dianalisis. Setelah itu, dilakukan analisis data menggunakan metode K-Means Clustering untuk mengelompokkan data berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik operasional dan risiko keracunan makanan.

Tahap terakhir adalah interpretasi hasil clustering dan penyusunan rekomendasi perbaikan pelaksanaan Program MBG berdasarkan karakteristik masing-masing cluster yang terbentuk.

4.6 Metode Analisis Data K-Means Clustering

Metode K-Means Clustering merupakan algoritma clustering non-hierarkis yang bertujuan untuk mengelompokkan data ke dalam sejumlah k cluster berdasarkan jarak terdekat antara data dan pusat cluster (centroid). Dalam penelitian ini, jumlah cluster ditentukan sebanyak tiga cluster ($k = 3$) untuk merepresentasikan tingkat risiko operasional Program MBG, yaitu cluster risiko rendah, risiko sedang, dan risiko tinggi.

Proses K-Means dimulai dengan penentuan centroid awal secara acak, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan jarak setiap data ke centroid terdekat. Data akan dikelompokkan ke dalam cluster dengan jarak minimum, dan centroid akan diperbarui hingga tidak terjadi perubahan signifikan. Hasil clustering digunakan untuk mengidentifikasi pola risiko keracunan makanan berdasarkan karakteristik operasional Program MBG.

4.7 Interpretasi Hasil Clustering

Hasil clustering dianalisis dengan melihat karakteristik masing-masing cluster berdasarkan nilai rata-rata variabel operasional dan risiko keracunan makanan. Setiap cluster menggambarkan kondisi operasional Program MBG dengan tingkat risiko yang berbeda. Interpretasi ini digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi kelemahan operasional dan menyusun rekomendasi perbaikan yang lebih tepat sasaran dalam pelaksanaan Program Makan Bergizi Gratis di wilayah Cileungsi, Kabupaten Bogor.

Metode analisis data yang digunakan adalah K-Means Clustering. Metode ini digunakan untuk mengelompokkan data operasional dan risiko keracunan makanan berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik. Penentuan jumlah cluster disesuaikan dengan kebutuhan analisis untuk mengelompokkan tingkat risiko operasional Program MBG. Hasil clustering kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi karakteristik masing-masing cluster sebagai dasar evaluasi dan rekomendasi perbaikan pelaksanaan Program MBG.

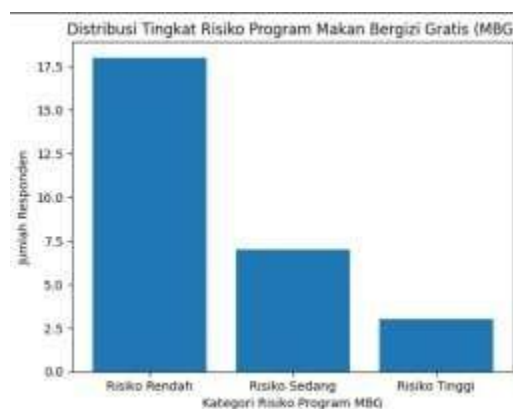
V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Deskripsi Data Penelitian

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data kuesioner Program Makan Bergizi Gratis (MBG) yang dikumpulkan dari responden terkait pelaksanaan dan operasional program. Data tersebut telah melalui tahap *preprocessing* yang meliputi pembersihan data, penghapusan data tidak lengkap, serta normalisasi agar dapat dianalisis menggunakan metode K-Means Clustering.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini mencerminkan aspek penting dalam pelaksanaan MBG, antara lain kualitas bahan makanan, kebersihan pengolahan, ketepatan distribusi, pengawasan makanan, serta kepuasan penerima program. Variabel-variabel tersebut digunakan sebagai atribut input dalam proses clustering untuk mengidentifikasi pola dan tingkat risiko dalam pelaksanaan program MBG.

Setelah tahap pembersihan data, jumlah data yang digunakan dalam proses analisis clustering sebanyak seluruh data valid hasil kuesioner, yang dinilai telah merepresentasikan kondisi implementasi Program Makan Bergizi Gratis di lokasi penelitian.



Gambar 2. Distribusi Makanan Bergizi Di Cileungsi Bogor

5.2 Visualisasi Data Awal

Untuk memahami pola awal data sebelum dilakukan proses clustering, dilakukan visualisasi menggunakan scatter plot. Visualisasi ini menggambarkan hubungan antar variabel utama yang berkaitan dengan pelaksanaan MBG, seperti hubungan antara kualitas makanan dan tingkat kebersihan pengolahan, atau antara ketepatan distribusi dan kepuasan penerima.

Visualisasi ini menunjukkan adanya pola penyebaran data yang tidak homogen, sehingga diperlukan metode pengelompokan untuk mengidentifikasi karakteristik kelompok data secara lebih jelas. Hasil visualisasi awal ini menjadi dasar dalam penentuan jumlah cluster yang digunakan pada tahap analisis selanjutnya.

Tabel 3. Confusion Matrix Hasil Klasifikasi Risiko Program MBG

Kelas Aktual \ Prediksi	Risiko Rendah	Risiko Tinggi
Risiko Rendah	6	0
Risiko Tinggi	2	0

5.3 Hasil Evaluasi Model Klasifikasi Risiko Program MBG

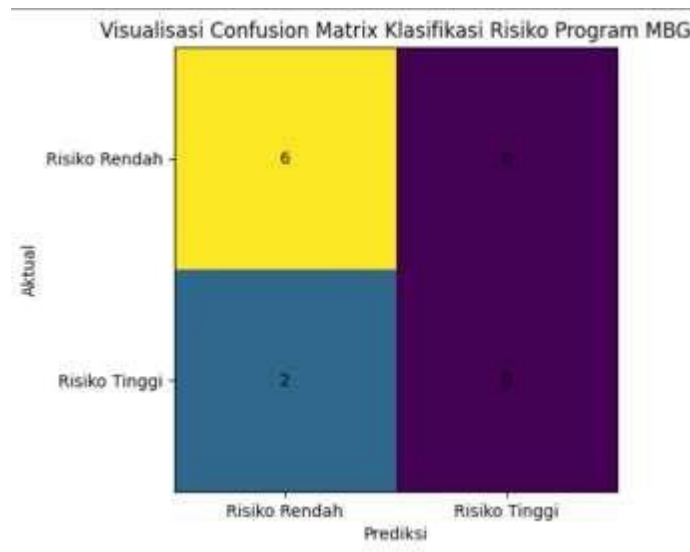
Evaluasi kinerja model klasifikasi pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat ketepatan model dalam mengklasifikasikan tingkat risiko pelaksanaan Program Makan Bergizi Gratis (MBG). Metrik evaluasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah akurasi, yang menunjukkan persentase data yang berhasil diklasifikasikan dengan benar oleh model.

Tabel 4. Hasil Evaluasi Model Klasifikasi Risiko Program MBG

Metrik Evaluasi	Nilai
Akurasi	75%

5.4 Visualisasi Confusion Matrix Klasifikasi Risiko Program MBG

Untuk memperjelas hasil evaluasi model klasifikasi, dilakukan visualisasi confusion matrix seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Visualisasi ini digunakan untuk menggambarkan perbandingan antara kelas risiko aktual dan hasil prediksi model dalam mengklasifikasikan tingkat risiko pelaksanaan Program Makan Bergizi Gratis (MBG).



Gambar 3. Visualisasi Confusion Matrix Klasifikasi Risiko Program Makan Bergizi Gratis (MBG)

Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa model berhasil mengklasifikasikan 6 data risiko rendah dengan benar, di mana kelas aktual dan prediksi berada pada kategori risiko rendah. Namun, terdapat 2 data risiko tinggi yang diprediksi sebagai risiko rendah, yang menunjukkan adanya kesalahan klasifikasi oleh model.

Selain itu, tidak terdapat data yang diprediksi sebagai risiko tinggi, baik pada kelas aktual risiko rendah maupun risiko tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa model cenderung bias terhadap kelas risiko rendah, yang dapat disebabkan oleh keterbatasan jumlah data dan distribusi kelas yang tidak seimbang.

Visualisasi confusion matrix ini memperkuat hasil evaluasi sebelumnya dan menunjukkan bahwa meskipun model telah mampu mengenali pola risiko secara umum, masih diperlukan pengembangan lebih lanjut agar model dapat mendeteksi risiko tinggi secara lebih akurat dalam pelaksanaan Program Makan Bergizi Gratis.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan pendekatan data mining menggunakan metode K-Means Clustering mampu mengelompokkan data pelaksanaan Program Makan Bergizi Gratis (MBG) ke dalam beberapa kelompok berdasarkan tingkat risiko operasional. Pengelompokan ini memberikan gambaran mengenai kondisi pelaksanaan program, mulai dari risiko rendah hingga risiko tinggi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar data berada pada kategori risiko rendah, yang menandakan bahwa pelaksanaan Program MBG secara umum telah berjalan dengan cukup baik. Namun demikian, masih ditemukan kelompok data dengan risiko sedang dan risiko tinggi, yang mengindikasikan adanya potensi permasalahan pada aspek kebersihan, kualitas makanan, distribusi, serta pengawasan program.

Evaluasi tambahan menggunakan pendekatan klasifikasi dan confusion matrix menunjukkan bahwa model memiliki tingkat akurasi sebesar 75%, yang menggambarkan bahwa model cukup mampu mengenali pola risiko dalam pelaksanaan Program MBG. Meskipun demikian, keterbatasan jumlah data dan ketidakseimbangan kelas memengaruhi kemampuan model dalam mendeteksi risiko tinggi secara optimal.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan data mining dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mengevaluasi dan mendukung pengambilan keputusan dalam pelaksanaan Program Makan Bergizi Gratis.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Pemerintah atau pihak pelaksana Program Makan Bergizi Gratis disarankan untuk meningkatkan pengawasan dan evaluasi berkala, terutama pada lokasi yang termasuk dalam kategori risiko sedang dan tinggi.
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan jumlah data yang lebih besar dan variabel yang lebih beragam, agar hasil analisis menjadi lebih akurat dan representatif.
3. Penggunaan metode data mining lain, seperti hierarchical clustering atau metode ensemble, dapat dipertimbangkan untuk membandingkan hasil pengelompokan risiko.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam perumusan kebijakan guna meningkatkan efektivitas dan keamanan pelaksanaan Program Makan Bergizi Gratis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). *Data Mining: Concepts and Techniques*. Morgan Kaufmann.
- [2] Witten, I. H., Frank, E., & Hall, M. A. (2016). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Morgan Kaufmann.
- [3] Larose, D. T., & Larose, C. D. (2014). *Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining*. Wiley.
- [4] Jain, A. K. (2010). Data clustering: 50 years beyond K-means. *Pattern Recognition Letters*, 31(8), 651–666.
- [5] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Pedoman Keamanan Pangan dan Gizi*.
- [6] Badan Pangan Nasional. (2024). *Panduan Pelaksanaan Program Makan Bergizi Gratis*.
- [7] Aggarwal, C. C. (2015). *Data Mining: The Textbook*. Springer.
- [8] OECD. (2022). *Food Safety and Risk Management*.