

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri layanan makanan cepat saji atau *quick service restaurant* (QSR) telah berkembang menjadi fenomena global yang mengalami pertumbuhan pesat seiring dengan perubahan gaya hidup masyarakat modern yang mengutamakan kecepatan, kemudahan, dan kepraktisan. Laporan Indonesia *Foodservice Market Size, Trends & Key Restraints* menunjukkan bahwa pasar *food service* di Indonesia bernilai sekitar US\$ 43 miliar pada tahun 2025 dan diproyeksikan tumbuh dengan *compound annual growth rate* (CAGR) sebesar 7,5% dalam waktu 5–10 tahun ke depan [1]. Pertumbuhan tersebut juga dipengaruhi oleh meningkatnya adopsi teknologi digital, di mana populasi usia produktif telah mengubah cara konsumen dalam melakukan transaksi, yang kemudian memperluas peluang pertumbuhan di sektor perdagangan dan layanan konsumen [2]. Pada tingkat regional, Kota Surabaya sebagai pusat perekonomian terbesar kedua di Indonesia memiliki ekosistem layanan *food service* dengan lebih dari 51.000 unit layanan kuliner termasuk restoran cepat saji, restoran, dan kafe [3]. Tingginya jumlah pelaku usaha, baik merek lokal maupun internasional, menyebabkan persaingan yang semakin ketat. Kondisi tersebut menuntut setiap gerai QSR, khususnya gerai lokal, untuk mampu memahami perilaku konsumennya secara lebih mendalam agar dapat menyusun strategi pemasaran dan operasional yang efektif. Namun, pemanfaatan data transaksi oleh sebagian pelaku usaha masih terbatas pada fungsi pelaporan penjualan administratif, seperti perhitungan pendapatan dan jumlah transaksi, tanpa dilakukan analisis lanjutan [4].

Setiap aktivitas pembelian pada industri QSR menghasilkan data transaksi dalam jumlah besar yang mencakup berbagai atribut, seperti produk yang dibeli, jumlah pembelian, dan nilai transaksi. Data tersebut memiliki potensi untuk digunakan dalam mengidentifikasi karakteristik dan pola pembelian yang terjadi pada gerai. Akan tetapi, karakteristik data transaksi dapat sangat bervariasi dan mengandung *outlier*, seperti transaksi dengan jumlah pembelian atau nilai transaksi

yang jauh berbeda dibandingkan transaksi pada umumnya [5]. Keberadaan *outlier* tersebut berpotensi memengaruhi hasil analisis apabila tidak ditangani dengan tepat. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan analisis yang mampu mengelompokkan data transaksi dengan tetap mempertimbangkan keberadaan nilai ekstrem pada data [6].

Dalam konteks analisis data transaksi, pengelompokan transaksi berdasarkan karakteristik pembelian menjadi salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kelompok transaksi yang memiliki karakteristik serupa. Proses klasterisasi pada data transaksi dapat dilakukan menggunakan atribut yang merepresentasikan karakteristik pembelian, seperti jumlah item dan nilai transaksi, sehingga setiap kelompok yang terbentuk dapat menggambarkan karakteristik transaksi yang berbeda [7]. Pengelompokan tersebut dapat menghasilkan informasi yang lebih terstruktur mengenai karakteristik transaksi dan dapat digunakan sebagai salah satu dasar dalam mendukung pengambilan keputusan serta penyusunan strategi berdasarkan karakteristik masing-masing kelompok [8].

Dalam literatur *data mining*, algoritma K-Means merupakan metode klasterisasi yang paling banyak digunakan. Namun, algoritma ini memiliki kelemahan berupa sensitivitas terhadap keberadaan *outlier*. Nilai ekstrem pada data dapat memengaruhi posisi *centroid*, sehingga berpotensi menurunkan kualitas klaster yang dihasilkan [9]. Sebagai alternatif, algoritma K-Medoids dipilih karena menggunakan objek data aktual atau *medoid* sebagai pusat klaster, sehingga relatif lebih tahan terhadap pengaruh nilai ekstrem dibandingkan metode yang menggunakan nilai rata-rata sebagai pusat klaster [10]. Meskipun demikian, K-Medoids masih memiliki keterbatasan, khususnya pada tahap pemilihan *medoid* awal. Pemilihan *medoid* yang kurang tepat dapat menyebabkan algoritma terjebak pada solusi *local optimum*, yaitu kondisi ketika algoritma berhenti pada solusi terbaik di area tertentu tetapi belum tentu merupakan solusi terbaik secara keseluruhan, sehingga kualitas klaster yang dihasilkan menjadi kurang optimal [11].

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini menggunakan *Improved K-Medoids* berbasis *Crow Search Algorithm* (CSA). CSA merupakan

algoritma metaheuristik yang terinspirasi dari perilaku sosial burung gagak dalam menyembunyikan makanan serta upaya menemukan lokasi penyimpanan makanan gagak lain dengan cara saling mengikuti [12]. Integrasi CSA ke dalam K-Medoids digunakan untuk membantu proses pencarian *medoid* sehingga solusi yang diperoleh tidak hanya bergantung pada pemilihan *medoid* awal. Pendekatan tersebut diharapkan mampu meningkatkan kualitas hasil klasterisasi pada data transaksi yang memiliki karakteristik beragam dan mengandung *outlier* [13].

Meskipun CSA memiliki kemampuan yang baik dalam proses optimasi, algoritma ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Kinerja CSA dipengaruhi oleh pemilihan parameter *awareness probability* (AP) dan *flight length* (fl). Jika nilai kedua parameter tersebut tidak sesuai, proses pencarian solusi dapat terjebak pada optimum lokal atau memerlukan waktu lebih lama untuk mencapai solusi terbaik [13]. Selain itu, keseimbangan antara proses eksplorasi dan eksploitasi pada CSA masih dipengaruhi oleh proses acak, sehingga hasil yang diperoleh dapat berbeda pada setiap percobaan meskipun menggunakan dataset yang sama [12]. Penelitian terdahulu lebih banyak menguji *Improved K-Medoids* berbasis CSA pada dataset *benchmark* atau dataset buatan, sehingga belum secara langsung menggambarkan bagaimana metode tersebut bekerja pada data transaksi nyata yang memiliki variasi jumlah item, nilai transaksi, dan keberadaan *outlier* [13]. Kondisi ini menjadi dasar perlunya pengujian *Improved K-Medoids* berbasis CSA pada data transaksi QSR, sekaligus membandingkan kualitas hasil klasterisasi dengan pendekatan K-Medoids konvensional untuk mengetahui pengaruh optimasi CSA terhadap hasil klaster yang terbentuk.

Terlepas dari optimasi yang dilakukan pada tahap klasterisasi, klaster yang dihasilkan pada dasarnya hanya mampu memberikan gambaran umum mengenai karakteristik transaksi pada masing-masing kelompok berdasarkan jumlah item dan nilai transaksi, namun belum dapat menjelaskan pola kombinasi produk yang terdapat pada tiap klaster tersebut. Oleh karena itu, diperlukan metode lanjutan yang mampu mengekstraksi pola pembelian produk secara lebih rinci, yaitu melalui *association rule mining*, yang merupakan teknik *data mining* untuk menemukan keterkaitan atau hubungan antara item dalam dataset transaksi [14]. Algoritma

Apriori sebagai metode klasik dalam penemuan aturan asosiasi memiliki keterbatasan berupa kebutuhan pemindaian basis data secara berulang serta pembangkitan kandidat *itemset* dalam jumlah besar, sehingga kurang efisien untuk data transaksi berskala besar [15].

Sebagai alternatif, penelitian ini menggunakan algoritma FP-Growth yang bekerja dengan membangun struktur *Frequent Pattern Tree* (FP-Tree) yang mampu merepresentasikan data transaksi secara ringkas. Dengan pendekatan tersebut, pola pembelian dapat diperoleh tanpa harus melakukan pembangkitan kandidat itemset secara berulang. Hal tersebut membuat FP-Growth lebih efisien dan sesuai untuk menganalisis data transaksi harian QSR yang berjumlah besar dan cenderung berubah-ubah [15]. Selain itu, dalam proses penemuan pola pembelian FP-Growth memanfaatkan parameter ambang batas (*threshold*) berupa *minimum support* dan *minimum confidence* untuk menentukan aturan asosiasi yang tidak hanya sering muncul, tetapi juga memiliki kekuatan hubungan dan tingkat ketergantungan antar produk yang signifikan [16]. Dalam penelitian ini, algoritma FP-Growth diterapkan secara terpisah pada setiap klaster hasil *Improved K-Medoids* berbasis CSA, sehingga pola pembelian yang dihasilkan bersifat lebih spesifik terhadap masing-masing kelompok.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode klasterisasi dan analisis aturan asosiasi telah digunakan untuk mengidentifikasi pola pada data transaksi. Namun, pada penelitian terdahulu, penerapan *association rule* masih banyak dilakukan pada keseluruhan data transaksi atau belum secara khusus membandingkan hasil FP-Growth pada setiap klaster dengan FP-Growth tanpa klasterisasi. Kondisi tersebut menyebabkan pola yang diperoleh cenderung menggambarkan hubungan produk secara umum dan belum menunjukkan apakah terdapat pola tertentu yang hanya muncul pada kelompok transaksi dengan karakteristik tertentu. Oleh karena itu, diperlukan penerapan FP-Growth secara terpisah pada setiap klaster dan perbandingan dengan FP-Growth tanpa klasterisasi untuk mengetahui apakah proses pengelompokan transaksi terlebih dahulu dapat menghasilkan pola pembelian yang lebih spesifik dan kontekstual.

Selain menghasilkan informasi analitis, hasil klasterisasi dan pola pembelian berdasarkan data transaksi perlu disajikan dalam bentuk yang mudah dipahami oleh pengelola gerai makanan cepat saji yang umumnya tidak memiliki latar belakang teknis di bidang *data mining*. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pendukung keputusan berbasis antarmuka pengguna grafis atau GUI yang mampu menampilkan hasil klasterisasi, karakteristik transaksi, serta pola pembelian berupa aturan asosiasi secara interaktif dan informatif. Penyajian hasil analisis dalam bentuk GUI diharapkan dapat mempermudah proses interpretasi hasil dan mendukung pengambilan keputusan strategis berbasis data pada gerai makanan cepat saji.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dikaji, hasil analisis klasterisasi dan aturan asosiasi umumnya masih lebih banyak disajikan dalam bentuk hasil pengolahan data, tabel, atau keluaran analisis. Penyajian tersebut belum selalu memberikan kemudahan bagi pengguna nonteknis dalam memahami hubungan antara karakteristik kelompok transaksi dan pola pembelian produk yang dihasilkan. Kondisi ini menjadi dasar perlunya penyajian hasil klasterisasi, karakteristik setiap klaster transaksi, dan aturan asosiasi dalam satu antarmuka yang lebih mudah dipahami. Oleh karena itu, pengembangan GUI dalam penelitian ini tidak hanya berfungsi sebagai media visualisasi, tetapi juga sebagai bagian dari sistem pendukung keputusan untuk membantu pengelola gerai dalam memahami hasil analisis dan mempertimbangkan strategi pemasaran berdasarkan informasi yang diperoleh.

Penelitian ini berfokus pada salah satu gerai makanan cepat saji di Kota Surabaya dengan objek penelitian berupa data transaksi harian yang diperoleh dari sistem *point of sale* (POS) dalam periode Januari hingga Maret 2025, dengan total 18.814 baris data pada tingkat item (*item-level*). Dataset yang didapat mencakup variabel ID transaksi, menu, jumlah pembelian, harga, dan total harga, sehingga memungkinkan analisis karakteristik transaksi berdasarkan jumlah item dan nilai transaksi.

Pendekatan ini tidak hanya melakukan klasterisasi pada data transaksi dengan mempertimbangkan keberadaan *outlier*, tetapi juga mampu mengidentifikasi pola

pembelian produk yang lebih kontekstual melalui penerapan analisis aturan asosiasi secara terpisah pada masing-masing klaster. Integrasi hasil pendekatan tersebut memungkinkan pemetaan hubungan antara karakteristik transaksi dan kombinasi produk yang dominan terdapat pada masing-masing kelompok transaksi, sehingga informasi yang dihasilkan lebih relevan sebagai dasar dalam perumusan strategi pemasaran yang lebih terarah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan sistem pendukung keputusan bagi gerai makanan cepat saji dalam merumuskan strategi pemasaran berbasis data, sekaligus memberikan kontribusi akademis dalam kajian literatur *data mining*, khususnya terkait pengembangan dan penerapan *Improved K-Medoids* berbasis CSA dengan algoritma FP-Growth.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi fokus utama pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan metode *Improved K-Medoids* yang dioptimasi menggunakan *Crow Search Algorithm* (CSA) dalam melakukan klasterisasi transaksi berdasarkan karakteristik pembelian pada data transaksi QSR, sehingga mampu menghasilkan klaster yang stabil dan representatif meskipun terdapat *outlier*?
2. Bagaimana penerapan algoritma FP-Growth untuk mengekstraksi pola pembelian dan aturan asosiasi produk pada masing-masing kelompok hasil klasterisasi, sehingga diperoleh pola pembelian yang lebih spesifik dan kontekstual dibandingkan penerapan FP-Growth tanpa klasterisasi?
3. Bagaimana perancangan dan implementasi sistem pendukung keputusan berbasis antarmuka pengguna grafis atau GUI yang mampu menyajikan hasil klasterisasi, karakteristik setiap klaster transaksi, serta aturan asosiasi pembelian secara interaktif guna mendukung pengambilan keputusan strategi pemasaran bagi pengelola gerai makanan cepat saji?

1.3. Batasan Masalah

Batasan yang ditetapkan pada masalah yang diamati pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan data transaksi penjualan dari satu gerai *quick service restaurant* (QSR) ayam goreng lokal yang beroperasi di wilayah Kota Surabaya. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari sistem *point of sale* (POS) dengan periode transaksi Januari hingga Maret 2025, dengan total 18.814 baris data pada tingkat item (*item-level*) yang kemudian diagregasi berdasarkan ID transaksi menjadi 12.841 transaksi unik. Variabel yang digunakan meliputi ID transaksi, menu, jumlah pembelian, harga, dan total transaksi, tanpa melibatkan data demografis konsumen maupun data perilaku non-transaksional lainnya.
2. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada penerapan *Improved K-Medoids* berbasis *Crow Search Algorithm* (CSA) untuk proses klasterisasi transaksi berdasarkan karakteristik pembelian. Selanjutnya, analisis pola pembelian dilakukan menggunakan algoritma FP-Growth untuk menemukan *frequent itemset* dan aturan asosiasi pada setiap klaster yang terbentuk.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjawab rumusan masalah serta memberikan arahan yang lebih jelas bagi penelitian ini. Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan metode *Improved K-Medoids* yang dioptimasi menggunakan *Crow Search Algorithm* (CSA) untuk melakukan klasterisasi transaksi berdasarkan karakteristik pembelian, sehingga klaster yang dihasilkan lebih stabil dan representatif terhadap karakteristik data transaksi QSR.
2. Mengekstraksi pola pembelian dan aturan asosiasi produk pada setiap klaster transaksi menggunakan algoritma FP-Growth, sehingga diperoleh pola pembelian yang spesifik dan kontekstual sesuai dengan masing-masing klaster.

3. Merancang dan mengimplementasikan sistem pendukung keputusan dalam bentuk antarmuka pengguna grafis atau GUI yang mampu menyajikan hasil klasterisasi, karakteristik setiap klaster transaksi, serta pola pembelian berupa aturan asosiasi secara informatif, interaktif, dan mudah dipahami oleh pengelola gerai makanan cepat saji.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang dapat diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Bidang Keilmuan

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan metodologi *data mining*, khususnya dalam penerapan model hibrida *Improved K-Medoids* berbasis *Crow Search Algorithm* (CSA) dan FP-Growth pada data transaksi *quick service restaurant* (QSR).

2. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini berpotensi memberikan manfaat bagi konsumen melalui penyusunan penawaran produk yang lebih relevan berdasarkan pola transaksi yang teridentifikasi. Dengan informasi mengenai kombinasi produk yang sering muncul pada data transaksi, pihak QSR dapat merancang *product bundling* dan promosi yang lebih sesuai dengan pola pembelian yang terbentuk, sehingga konsumen berpotensi memperoleh pilihan penawaran produk yang lebih relevan.

3. Bagi Manajemen Bisnis

Penelitian ini menyediakan *knowledge base* berupa *association rules* yang dapat dijadikan landasan untuk pengambilan keputusan strategis oleh pihak manajemen QSR. Informasi yang dihasilkan mendukung perancangan strategi seperti *product bundling*, promosi, dan *cross-selling* yang lebih efektif, sehingga berkontribusi pada peningkatan efisiensi operasional dan profitabilitas gerai.