

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Keberhasilan pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) dapat diwujudkan dengan menemukan solusi berkelanjutan untuk mengakhiri kelaparan, mengatasi segala bentuk kekurangan gizi, dan mencapai ketahanan pangan pada tahun 2030. Malnutrisi merupakan salah satu masalah yang memerlukan penanganan serius karena gizi buruk dapat berdampak pada kualitas sumber daya manusia (Anggraeni *et al.*, 2020). Masalah tersebut hingga saat ini menjadi tantangan serius secara global. World Health Organization (2023) menyebutkan bahwa pada tahun 2022, secara global terdapat 148,1 juta anak di bawah lima tahun mengalami *stunting*, 45 juta anak mengalami *wasting*, dan 37 juta anak mengalami *overweight*. *Stunting* (kondisi tubuh terlalu pendek untuk usia) terjadi akibat kekurangan gizi yang berlangsung lama, sehingga mengganggu pertumbuhan anak. *Wasting* (kondisi tubuh terlalu kurus untuk tinggi badan) merupakan bentuk malnutrisi akut yang disebabkan oleh penurunan berat badan yang cepat, biasanya akibat penyakit atau kurangnya asupan gizi. *Overweight* (berat badan berlebih dibandingkan tinggi badan) terjadi ketika anak mengalami kelebihan berat badan, sering kali karena pola makan yang tidak sehat dan kurangnya aktivitas fisik.

Stunting merupakan masalah serius yang menyebabkan anak rentan terhadap penyakit, mengalami gangguan perkembangan kognitif, serta menurunkan produktivitas. *Stunting* juga memiliki konsekuensi ekonomi yang signifikan di tingkat individu, rumah tangga, dan komunitas (Stewart *et al.*, 2013). Indonesia

diperkirakan akan kehilangan Produk Domestik Bruto (PDB) sebesar 2-3% setiap tahun jika *stunting* dan masalah gizi lainnya tidak ditangani dengan serius (Bappenas, 2019). Statistik Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) mencatat bahwa pada tahun 2020 terdapat lebih dari 149 juta (22%) balita di seluruh dunia mengalami *stunting*, di mana 6,3 juta merupakan balita Indonesia (Kemendikbudristek RI, 2023). Survei Kesehatan Indonesia (SKI) mengungkapkan bahwa prevalensi *stunting* di Indonesia pada tahun 2023 tercatat sebesar 21,5%, hanya mengalami penurunan 0,1% dari tahun sebelumnya (Kemenkes RI, 2024). Pemerintah Indonesia membutuhkan upaya lebih besar untuk mengurangi prevalensi *stunting*. Target prevalensi *stunting* yang ditetapkan dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024 sebesar 14% serta standar WHO di bawah 20% masih belum tercapai, meskipun penurunan terjadi pada tahun 2023 (Kemenkes RI, 2023). Target tersebut dapat tercapai dengan melibatkan peran multisektor dan memastikan sinkronisasi program dari tingkat nasional hingga tingkat desa (Bappenas, 2019).

Salah satu upaya yang dilakukan oleh pemerintah Indonesia dalam menangani permasalahan *stunting* adalah menerbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 72 Tahun 2021 tentang Percepatan Penurunan *Stunting*. Percepatan penurunan *stunting* diimplementasikan secara konvergen, holistik, integratif, dan berkualitas melalui koordinasi, sinergi, dan sinkronisasi antara kementerian/lembaga, pemerintah daerah provinsi, pemerintah daerah kabupaten/kota, pemerintah desa, serta pemangku kepentingan lainnya. Upaya tersebut akan dievaluasi menggunakan instrumen Indeks Khusus Penanganan *Stunting* (IKPS). Instrumen khusus berupa IKPS ini disusun dengan tujuan

membandingkan perkembangan cakupan intervensi *stunting* terhadap rumah tangga sasaran, baik di tingkat nasional, provinsi, maupun kabupaten/kota (BPS, 2023).

Kementerian Sekretariat Negara (2022) menetapkan terdapat lima provinsi dengan jumlah balita *stunting* terbanyak, salah satunya adalah Provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan data SKI tahun 2023, prevalensi *stunting* Provinsi Jawa Tengah menurun dari 20,8% pada tahun 2022 menjadi 20,7% pada tahun 2023, dengan penurunan hanya sebesar 0,1% (Bappeda Jawa Tengah, 2024). Kondisi tersebut membuat provinsi Jawa Tengah memerlukan penanganan yang lebih intensif dalam upaya percepatan penurunan prevalensi *stunting*. Capaian saat ini masih jauh dari target RPJMN yang telah ditetapkan. Penurunan prevalensi *stunting* sebesar 0,1% di Jawa Tengah menunjukkan bahwa langkah-langkah yang dilakukan belum cukup efektif untuk mencapai target yang diinginkan. Evaluasi percepatan penanganan *stunting* dilakukan guna mencapai target RPJMN dengan melihat ketercapaian indikator IKPS yang lebih terfokus dan tepat sasaran, salah satunya melalui analisis *clustering*.

Clustering merupakan salah satu metode yang digunakan dalam mengelompokkan *instance* (sampel) ke dalam beberapa grup, *subset*, atau *cluster* berdasarkan kemiripan dengan *instance* lainnya (Primartha, 2021). Analisis klaster adalah proses mempartisi sekumpulan objek data atau pengamatan ke dalam kelompok-kelompok, di mana objek data dalam satu kelompok memiliki karakteristik yang serupa (homogen), namun antar kelompok memiliki karakteristik yang berbeda (heterogen) (Fitriana *et al.*, 2022). *Partition clustering* adalah salah satu metode *clustering* yang membagi objek ke dalam beberapa klaster. Pada metode ini, jumlah klaster ditentukan sebelumnya. Terdapat beberapa metode

partition clustering, diantaranya adalah algoritma *Fuzzy C-Means* (FCM) dan *Fuzzy Possibilistic C-Means* (FPCM).

FCM adalah metode pengelompokan data yang keberadaan setiap titik data dalam suatu kelompok ditentukan oleh nilai keanggotaan data tersebut. Keunggulan algoritma FCM terletak pada teknisnya yang sederhana dan kinerja *output* yang lebih baik dibandingkan metode pengelompokan konvensional lainnya (Cebeci dan Yildiz, 2015). Metode FCM lebih efisien dan fleksibel dalam pengelompokan data, meskipun tidak selalu konstan (Cebeci dan Yildiz, 2015). Ketidakstabilan FCM disebabkan oleh sensitivitasnya terhadap pusat klaster data yang dapat mengakibatkan proses iterasi rumit, sehingga menghasilkan waktu komputasi yang lama (Ye dan Jin, 2016). FCM memiliki kelemahan nilai keanggotaan yang tidak selalu tepat jika terdapat data *outlier* (Guo dan Sengur, 2015). Data *outlier* yaitu data yang banyak gangguannya, dapat berasal dari kesalahan pengukuran, kesalahan *input*, atau variasi alami dalam data (Han *et al.*, 2011).

FPCM merupakan pengembangan metode FCM yang melakukan integrasi FCM dan *Possibilistic C-Means* (PCM). Metode FPCM pertama kali dikenalkan oleh Pal dan Bezdek pada tahun 1997. Integrasi FCM dan PCM dilakukan untuk mengatasi kekurangan FCM dalam hal data *outlier* karena matriks kekhasan absolut dapat mengurangi dampak *outlier* (Chaundhuri, 2015). Kelebihan dari metode FPCM adalah mampu memecahkan permasalahan dua algoritma, pada FCM berupa data *outlier* dan PCM berupa permasalahan *coincident cluster* (*cluster* yang berdekatan atau berhimpitan) ketika *clustering* (Suganya, 2012).

Metode FCM dan FPCM adalah metode pengelompokan data berbasis partisi. Langkah pertama dalam metode berbasis partisi yaitu menentukan jumlah klaster.

Solusi untuk mengetahui jumlah kluster optimal dalam pemodelan yaitu melakukan validasi kluster. *Davies Bouldin Index* (DBI) merupakan salah satu metode validasi yang didasarkan pada jarak antara pusat kluster dari setiap *cluster* serta jarak antar objek di dalam *cluster* tersebut (Xiao *et al.*, 2017). Pengklasteran dengan jumlah kluster terbaik memiliki nilai DBI minimum (Badruttamam *et al.*, 2020). FPCM menghasilkan kluster dengan batasan yang kabur atau *fuzzy*, sehingga penting untuk melakukan validasi seberapa jelas pemisahan antar kluster. DBI sensitif terhadap pemisahan antar kluster, sehingga dapat membantu menilai apakah kluster yang dihasilkan benar-benar dapat dibedakan (Abdurahman, 2016). DBI juga menjadi salah satu metode validasi internal dalam melakukan penilaian atau evaluasi terhadap suatu *cluster* (Rendon, 2011). DBI cocok untuk penelitian ini karena tidak memerlukan label eksternal untuk validasi hasil *clustering*.

Penelitian terkait metode FCM dan FPCM sudah diterapkan di berbagai bidang, salah satunya penelitian oleh Kurniasari *et al.* (2024) yang melakukan implementasi algoritma FCM dan FPCM pada data kemiskinan tingkat provinsi di Indonesia. Kedua metode tersebut dilakukan validasi untuk mendapatkan jumlah kluster optimal melalui indeks *Partition Entropy Index* (PEI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode FPCM lebih efektif dibandingkan FCM, karena nilai PE dalam FPCM lebih rendah. Hal ini menandakan bahwa FPCM memberikan hasil klusterisasi yang lebih akurat dan andal. Secara khusus, dengan jumlah 2 kluster pada FPCM memiliki nilai indeks PEI terendah yaitu 0,1560257. Penelitian oleh Nuansari (2018), membahas perbandingan metode FCM, FPCM, dan *Possibilistic Fuzzy C-Means* (PFCM) pada data fasilitas tempat tinggal di setiap provinsi pada tahun 2017. Ketiga metode tersebut dibandingkan keakuratannya dalam

mengelompokkan *noisy* data berdasarkan indeks *Modified Partition Coefficient* (MPC). Hasil penelitian menunjukkan metode FPCM yang paling akurat, dengan jumlah *cluster* optimal sebanyak lima, di mana *cluster* keempat menunjukkan fasilitas tempat tinggal paling layak dibandingkan dengan *cluster* lainnya.

Penelitian oleh Nida *et al.* (2024), mengkaji penerapan metode FPCM untuk pengelompokan provinsi di Indonesia berdasarkan data jumlah kejadian dan dampak bencana banjir. Pada penelitian ini, jumlah *cluster* optimal ditentukan menggunakan indeks validasi MPC, dengan hasil menunjukkan dua *cluster*. *Cluster* pertama terdiri dari 19 provinsi, sementara *cluster* kedua terdiri dari 15 provinsi di Indonesia. Penelitian oleh Amalina dan Achmad (2023) bertujuan membandingkan algoritma FCM dan FPCM dalam pengelompokan kabupaten/kota di Jawa Barat berdasarkan akses terhadap sumber air dan sanitasi layak pada tahun 2020. Penelitian ini membandingkan efektivitas kedua algoritma dengan menggunakan PEI sebagai indikator kualitas klasterisasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode FPCM lebih unggul dibandingkan FCM karena nilai PEI pada FPCM lebih kecil, yang menunjukkan klasterisasi yang lebih baik.

Penelitian *clustering* dengan topik *stunting* telah dilakukan, salah satunya oleh Suraya dan Wijayanto (2022) yang melakukan perbandingan terhadap algoritma Hierarki *Clustering*, *K-Means*, *K-Medoids*, dan FCM. Penelitian ini menggunakan data indikator IKPS 34 provinsi di Indonesia tahun 2018. Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan *Connectivity Coefficient*, *Dunn Index*, *Silhouette Coefficient*, *Davies Bouldin Index*, *Xie Beni Index*, dan *Calinski Harabasz Index* diperoleh hasil bahwa *Average Linkage* merupakan metode klaster terbaik dengan jumlah klaster yang optimal sebanyak empat klaster. Penelitian oleh Nisa *et al.*

(2024) bertujuan untuk mengelompokkan provinsi-provinsi di Indonesia berdasarkan faktor penyebab *stunting* pada balita. Metode yang digunakan adalah *Subtractive Fuzzy C-Means*. Berdasarkan hasil uji validitas dengan *Silhouette Coefficient Index*, didapatkan jumlah klaster yang optimal adalah 8 klaster.

Pengelompokan kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah akan dilakukan berdasarkan indikator IKPS, yang mencakup berbagai dimensi seperti kesehatan, gizi, perumahan, pendidikan, dan perlindungan sosial. Data indikator IKPS setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah kemungkinan besar memiliki *outlier*, karena tingkat percepatan penurunan *stunting* berbeda-beda di setiap daerah. Variasi ini dapat disebabkan oleh perbedaan dalam pelaksanaan program, ketersediaan sumber daya, dan kondisi lokal, sehingga beberapa kabupaten/kota mungkin menunjukkan hasil yang sangat berbeda dari rata-rata provinsi. Mengingat keragaman kondisi sosial, ekonomi, dan lingkungan di setiap daerah, variasi prevalensi *stunting* adalah hal yang intuitif (Suwarlan *et al.* 2019). Algoritma yang mampu menangani data *outlier* digunakan dalam penelitian ini, yaitu FPCM dengan keanggotaan optimal dari FCM. Validasi DBI digunakan untuk mencari klaster paling optimal.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang dapat diambil sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil implementasi metode *Fuzzy Possibilistic C-Means* dengan keanggotaan optimal *Fuzzy C-Means* pada indikator IKPS tahun 2023?

2. Bagaimana validasi hasil kluster *Fuzzy Possibilistic C-Means* dengan *Davies Bouldin Index*?
3. Bagaimana hasil profilisasi pada pengelompokan kabupaten/kota di Jawa Tengah berdasarkan indikator IKPS tahun 2023?

1.3. Batasan Masalah

1. Data yang digunakan yaitu indikator Indeks Khusus Penanganan *Stunting* (IKPS) tahun 2023 tingkat kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah.
2. Metode yang digunakan yaitu *Fuzzy Possibilistic C-Means* (FPCM) dengan keanggotaan optimal *Fuzzy C-Means* (FCM). Hasil keanggotaan optimal algoritma FCM berupa elemen matriks keanggotaan relatif (μ_{ik}) dan pusat kluster (v_{kj}) digunakan untuk menghitung nilai elemen matriks kekhasan absolut awal ($t_{ik}^{(0)}$), pusat kluster iterasi pertama ($v_{kj}^{(1)}$), dan fungsi objektif iterasi pertama (P_1) pada FPCM.
3. Validasi *Davies Bouldin Index* digunakan untuk mencari kluster paling optimal. Kriteria *cluster* yang digunakan untuk menentukan kluster optimal yaitu kombinasi k kluster = 2, 3, 4, 5, dan 6 dengan nilai pembobot relatif (w) = 2, pembobot absolut (η) = 2, maksimal iterasi (*MaxIter*) = 10.000, serta *error* terkecil (ϵ) = 10^{-5} .
4. Olah data dalam penelitian ini menggunakan Microsoft Excel dan R Cloud.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menerapkan metode *Fuzzy Possibilistic C-Means* dengan keanggotaan optimal *Fuzzy C-Means* pada indikator IKPS tahun 2023.
2. Melakukan validasi hasil klaster *Fuzzy Possibilistic C-Means* dengan *Davies Bouldin Index*.
3. Melakukan profilisasi pada pengelompokan kabupaten/kota di Jawa Tengah berdasarkan indikator IKPS tahun 2023.