EVALUASI DAERAH KETAHANAN PANGAN PROVINSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN METODE *FUZZY C-MEANS* (FCM) DAN *TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION* (TOPSIS)

SKRIPSI

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun Oleh

GHINA SALSABILA FIRDAUS

H72216052

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA

2020

EVALUASI DAERAH KETAHANAN PANGAN PROVINSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN METODE *FUZZY C-MEANS* (FCM) DAN *TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION* (TOPSIS)

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh
gelar Sarjana Matematika (S.Mat) pada Program Studi Matematika

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun oleh
GHINA SALSABILA FIRDAUS
H72216052

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA

2020

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	:	GHINA SALSABILA FIRDAUS
NIM	:	H72216052
Program Studi	:	Matematika
Angkatan	:	2016

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul " EVALUASI DAERAH KETAHANAN PANGAN PROVINSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN METODE *FUZZY C-MEANS* (FCM) DAN *TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION* (TOPSIS) ". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 07 Juli 2020

Yang menyatakan,

GHINA SALSABILA FIRDAUS

NIM. H72216052

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama	:	GHINA SALSABILA FIRDAUS
NIM	:	H72216052
Judul Skripsi	:	EVALUASI DAERAH KETAHANAN PANGAN PROVINSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN METODE *FUZZY C-MEANS* (FCM) DAN *TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION* (TOPSIS)

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 07 Juli 2020

Pembimbing

Yuniar Farida, M.T

NIP. 197905272014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama	:	GHINA SALSABILA FIRDAUS
NIM	:	H72216052
Judul Skripsi	:	EVALUASI DAERAH KETAHANAN PANGAN PROVINSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN METODE *FUZZY C-MEANS* (FCM) DAN *TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION* (TOPSIS)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 10 Juli 2020

Mengesahkan,
Tim Penguji

Penguji I

Yuniar Farida, M.T
NIP. 197905272014032002

Penguji II

Dr. Moh. Hafiyusholeh, M. Si
NIP. 198002042014031001

Penguji III

Dian Candra Rini Novitasari, M.Kom
NIP. 198511242014032001

Penguji IV

Wika Dianita Utami, M.Sc
NIP. 199206102018012003

Mengetahui,
Plt. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Evi Fatimatur Rusydiyah, M.Ag
NIP. 197312272005012003

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Ghina Salsabila Firdaus
NIM : H72216052
Fakultas/Jurusan : Saintek/Matematika
E-mail address : ghisalsa06@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
☑ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :
EVALUASI DAERAH KETAHANAN PANGAN PROVINSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN *FUZZY C-MEANS* (FCM) DAN *TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION* (TOPSIS)

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 22 Agustus 2020

Penulis

(GHINA SALSABILA FIRDAUS)

ABSTRAK

EVALUASI DAERAH KETAHANAN PANGAN PROVINSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN METODE *FUZZY C-MEANS* (FCM) DAN *TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION* (TOPSIS)

Peningkatan kualitas SDM (Sumber Daya Manusia) merupakan salah satu fokus utama pada hal pembangunan. Pembentukan sumber daya manusia yang berkualitas tak lepas dari peran pangan sebagai asupan gizi yang akan mempengaruhi kinerja manusia serta berpengaruh pada kesehatan. Namun seiring dengan bertambahnya waktu, jumlah penduduk semakin bertambah sehingga kebutuhan pangan pun semakin meningkat. Kemampuan suatu daerah pasti berbeda dengan daerah lainnya, sehingga kondisi pangan antar wilayah satu dengan lainnya berbeda. Dengan adanya permasalahan ini, pemerataan pangan perlu dilakukan agar suatu daerah tidak tertinggal dengan daerah lainnya. Dalam penelitian ini dilakukan evaluasi daerah ketahanan pangan di Provinsi Jawa Timur menggunakan IKP (Indeks Ketahanan Pangan) yang telah disusun oleh Badan Ketahanan Pangan dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan TOPSIS. Dengan menggunakan FCM dipilih *cluster* terbaik yaitu 3 *cluster* untuk seluruh kriteria kecuali aspek pemanfaatan pangan pada variabel kota digunakan 5 *cluster*. Proses TOPSIS digunakan untuk perankingan *cluster*, anggota *cluster* dan perankingan keseluruhan untuk mengetahui tingkat ketahanan pangan wilayah kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Hasil yang didapatkan yaitu kabupaten Magetan dan kota Madiun merupakan wilayah yang memiliki ketahanan pangan tertinggi. Sedangkan wilayah dengan ketahanan pangan terendah adalah kabupaten Probolinggo dan kota Kediri.

Kata kunci: Ketahanan Pangan, *Cluster*, Ranking, *Fuzzy C-Means*, TOPSIS

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

EVALUATION OF FOOD SECURITY AREA OF EAST JAVA PROVINCE USING FUZZY C-MEANS (FCM) AND TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION (TOPSIS) METHOD

Improving the quality of human resources is one of the main focuses in terms of development. The formation of quality human resources cannot be separated from the role of food as nutritional intake which will affect human performance and affect health. But over time, the population has increased so that food needs have also increased. The ability of an area must be different from other regions, so the food conditions between regions differ from one another. With this problem, food distribution needs to be done so that an area is not left behind by other regions. In this study, an evaluation of the area of food security in the Province of East Java was carried out using the IKP (Food Security Index) which was prepared by the Food Security Agency using the Fuzzy C-Means and TOPSIS methods. By using FCM the best cluster is chosen, namely 3 clusters for all criteria except the aspect of food utilization in the city variable, 5 clusters are used. The TOPSIS process is used for ranking clusters, cluster members, and overall ranking to determine the level of food security in regencies/cities in East Java Province. The results obtained are Magetan district and Madiun city are the best food security. Whereas the regions with the lowest food security are Probolinggo Regency and Kediri City.

Keywords: *Food security*, *Cluster*, *Ranking*, *Fuzzy C-Means*, *TOPSIS*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL . . . . . **i**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING . . . . . **ii**

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI . . . . . **iii**

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN . . . . . **iv**

MOTTO . . . . . **v**

HALAMAN PERSEMBAHAN . . . . . **vi**

KATA PENGANTAR . . . . . **vii**

DAFTAR ISI . . . . . **ix**

DAFTAR TABEL . . . . . **xii**

DAFTAR GAMBAR . . . . . **xiv**

DAFTAR LAMBANG . . . . . **xv**

ABSTRAK . . . . . **xvi**

ABSTRACT . . . . . **xvii**

I PENDAHULUAN **1**

1.1. Latar Belakang Masalah 1

1.2. Rumusan Masalah 8

1.3. Tujuan Penelitian 9

1.4. Manfaat Penelitian 9

1.5. Batasan Masalah 10

1.6. Sistematika Penulisan 10

II TINJAUAN PUSTAKA **12**

2.1. Ketahanan Pangan 12

2.2. Evaluasi Daerah Ketahanan Pangan 13

2.3. Indeks Ketahanan Pangan 14

2.3.1. Indeks Ketahanan Pangan Negara 14

2.3.2. Indeks Ketahanan Pangan Provinsi dan Kabupaten/Kota . . 16

2.4. *Fuzzy Clustering* 28

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.4.1. *Fuzzy C-Means (FCM)* 29
2.4.2. Algoritma *Fuzzy C-Means* 29
2.5. Validasi Hasil *Cluster* 32
2.6. *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM) 33
2.7. *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) 34
III METODE PENELITIAN 37
3.1. Jenis Penelitian 37
3.2. Sumber Penelitian 38
3.3. Variabel Penelitian 38
3.4. Tahapan Penyelesaian Penelitian 42
IV HASIL DAN PEMBAHASAN 47
4.1. Penilaian Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Timur 47
4.2. *Clustering* dengan Metode *Fuzzy C-Means* 47
4.2.1. *Clustering* Kabupaten 48
4.2.2. Analisis Hasil *Cluster* Kabupaten 62
4.2.3. Validasi *Cluster* Kabupaten 62
4.2.4. *Clustering* Kota 65
4.2.5. Analisis Hasil *Cluster* Kota 66
4.2.6. Validasi *Cluster* Kota 67
4.3. Perankingan dengan Metode TOPSIS 69
4.3.1. Perankingan *Cluster* 69
4.3.2. Analisis Hasil Perankingan *Cluster* 76
4.3.3. Perankingan Anggota *Cluster* 77
4.3.4. Analisis Hasil Perankingan Anggota *Cluster* 86
4.3.5. Perankingan Keseluruhan 87
4.4. Analisis Hasil Perankingan Keseluruhan 89
4.4.1. Hasil Perankingan Kabupaten 89
4.4.2. Hasil Perankingan Kota 92
V PENUTUP 95

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5.1. Simpulan 95
5.2. Saran 96
DAFTAR PUSTAKA 97
A Data Kriteria Kabupaten dan Kota 104
B Hasil Perhitungan *Fuzzy C-Means* Kabupaten 109
C Hasil Perhitungan *Fuzzy C-Means* Kota 119

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

3.1 Variabel Alternatif Penelitian 38
3.2 Variabel Kriteria Kabupaten 40
3.3 Variabel Kriteria Kota 41

4.1 Penyamaan Persepsi 49
4.2 Data Aspek Ketersediaan dan Keterjangkauan Pangan Kabupaten . . 49
4.3 Data Aspek Pemanfaatan Pangan Kabupaten 50
4.4 Perhitungan Pusat *Cluster* 1 54
4.5 Perhitungan Fungsi Objektif 57
4.6 Hasil *Clustering* Kabupaten (c=3) 61
4.7 Validasi *Clustering* Kabupaten (c = 3) 63
4.8 Hasil Uji Validasi *Clustering* Kabupaten 64
4.9 Data Aspek Keterjangkauan Pangan Kota 65
4.10 Data Aspek Pemanfaatan Pangan Kota 66
4.11 Validasi *Clustering* Kota (c = 3) 68
4.12 Hasil Uji Validasi *Clustering* Kota 69
4.13 Max Min Aspek Keterjangkauan Pangan Kabupaten 72
4.14 Jarak Solusi Ideal Positif dan Negatif 72
4.15 Nilai Preferensi Aspek Keterjangkauan Pangan Kabupaten 73
4.16 Nilai Preferensi Aspek Pemanfaatan Pangan Kabupaten 73
4.17 Nilai Preferensi Aspek Keterjangkauan Pangan Kota 74
4.18 Nilai Preferensi Aspek Pemanfaatan Pangan Kota 74
4.19 Hasil Perankingan *Cluster* Kabupaten 75
4.20 Hasil Perankingan *Cluster* Kota 76
4.21 Max Min Aspek Keterjangkauan Pangan Kabupaten 80
4.22 Jarak Solusi Ideal Positif dan Negatif 81
4.23 Nilai Preferensi Aspek Keterjangkauan Pangan Kabupaten 82

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.24 *Sorting* Data Aspek Ketersediaan Pangan Tahun 2018 83
4.25 Hasil Perankingan Anggota *Cluster* Kabupaten Aspek Keterjangkauan 84
4.26 Hasil Perankingan Anggota *Cluster* Kabupaten Aspek Pemanfaatan 85
4.27 Hasil Perankingan Anggota *Cluster* Kota Aspek Keterjangkauan dan Pemanfaatan 86
4.28 Hasil Perankingan Kota Provinsi Jawa Timur 87
4.29 Hasil Perankingan Kabupaten Provinsi Jawa Timur 88
4.30 Perbandingan Ketahanan Pangan Tertinggi dan Terendah Kabupaten 90
4.31 Perbandingan Ketahanan Pangan Kabupaten 91
4.32 Perbandingan Ketahanan Pangan Tertinggi dan Terendah Kota . . . 93
4.33 Perbandingan Ketahanan Pangan Kota 93

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

2.1 Variabel Kriteria Kabupaten 17
2.2 Variabel Kriteria Kota 27
2.3 Proses *Clustering* data (Manuel, 2017) 29

3.1 Diagram Alir 42
3.2 Diagram *Fuzzy C-Means* dan TOPSIS 44

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR LAMBANG

x : data kriteria

μ : derajat keanggotaan

V : pusat *cluster*

P : fungsi objektif

c : *cluster*

w : bobot

e : error

r : matriks keputusan ternormalisasi

y : matriks keputusan ternormalisasi terbobot

A^+ : solusi ideal positif

A^- : solusi ideal negatif

S^+ : jarak solusi ideal positif

S^- : jarak solusi ideal negatif

T : nilai preferensi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pada permasalahan pembangunan, salah satu hal yang menjadi fokus utama adalah segi peningkatan kualitas SDM. Untuk membentuk sumber daya manusia yang memiliki kualitas, tidak lepas dari peran pangan yang berpengaruh pada asupan gizi bagi tumbuh kembang anak-anak hingga dewasa. Gizi yang cukup dan seimbang akan berpengaruh pada kecerdasan manusia dan kesehatan fisik serta mental. Kecukupan gizi dapat terpenuhi oleh pangan, kualitas pangan yang baik dapat dilihat dari beberapa faktor, bukan hanya dari jumlahnya yang melimpah namun juga dari keberagaman jenis dan kandungan gizi yang terdapat pada pangan tersebut. Selain itu keamanan pangan juga merupakan salah satu hal penting yang berpengaruh pada kualitas pangan, sehingga aman untuk dikonsumsi dan baik untuk kesehatan (Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan, 2018).

Pangan berperan penting bagi kehidupan manusia terutama bagi perkembangan bangsa, karena berpengaruh pada pembentukan generasi yang berkualitas sebagai penerus bangsa. Pemerintah Indonesia telah mengatur perihal pangan dalam Undang-Undang Republik Indonesia No 7 Tahun 1996 yang didasari oleh pasal 27 UUD 1945 serta Deklarasi Roma tahun 1996 (Bulog, 2014). Seluruh hal perihal pangan telah diatur dalam Undang-Undang tersebut. Menurut Badan Ketahanan Pangan ketersedian pangan di Indonesia telah mencukupi, namun permasalahan lainnya ialah pada pemanfaatan pangan dan gizi serta

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pemenuhan kebutuhan pangan untuk kedepannya. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan semakin meningkatnya kebutuhan pangan maka ketahanan pangan perlu menjadi fokus utama. Ketersediaan pangan, dan segala hal yang berkaitan dengan kualitas pangan perlu diantisipasi agar perubahan situasi yang terjadi tidak berpengaruh pada ketahanan pangan dan gizi (Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan, 2018).

Permasalahan pangan telah menarik perhatian dunia sejak tahun 1948. Untuk mengatasi permasalahan gizi, kelaparan serta ketahanan pangan diadakan pertemuan singkat melalui Deklarasi Universal Hak Asasi Manusia. Setelah itu pada tahun 1974 diadakan pertemuan tingkat tinggi *World Food Conference* (Gantina, 2018). Pertemuan tersebut merupakan Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) yang pertama kali dilaksanakan di Roma. Pada pertemuan tersebut, *Food Agriculture Organization* (FAO) telah mengibarkan bendera perang untuk mengatasi kelaparan. FAO berusaha untuk membebaskan semua orang baik tua, muda maupun anak-anak dari bahaya kelaparan. Hal tersebut dilakukan sebagai bentuk perwujudan untuk mengatasi kelaparan. Dengan begitu, semua orang akan terhindar dari kelaparan dan kekurangan gizi serta dapat menjalani kehidupan dengan lebih baik. Namun hasil upaya FAO untuk meningkatkan pemerataan pangan masih belum sesuai harapan (Sibuea, 2002). Perjuangan pemerataan pangan masih terus dilakukan, hingga pada tahun 1996 di Roma dalam kegiatan *The World Food Summit*, terjadi kesepakatan para kepala negara dan pemerintah untuk berkomitmen mewujudkan ketahanan pangan bagi setiap orang, sehingga setiap orang dalam waktu dan kondisi apapun berhak untuk memperoleh makanan yang cukup, baik dari segi gizi maupun keamanannya (Dinas Ketahanan Pangan, 2017).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Seperti pada penjelasan sebelumnya, Indonesia telah mengatur perihal pangan dalam UU No. 7 Tahun 1996 mengenai seluruh ketentuan pangan dilihat dari segi mutu, gizi, serta hal-hal lain yang berkaitan dengan keamanan pangan seperti pada segi kemasan, proses produksi, dan pengawasan pada peredaran makanan. Hal tersebut menunjukkan bahwa pangan merupakan salah satu hal penting bagi keberlangsungan hidup manusia, karena pangan berperan sebagai sumber pokok bagi kehidupan manusia (UU RI, 1996). Pangan sangat penting bagi kehidupan suatu bangsa. Kenyataannya, ketahanan pangan merupakan salah satu indikator terpenting dalam pengembangan suatu negara (Rajizadeh et al, 2019). Dalam UU No. 7 Tahun 1996, dijelaskan bahwa salah satu hak asasi manusia ialah hak untuk memperoleh pangan. Keterbatasan persediaan pangan yang tidak sesuai dengan kebutuhan dapat menyebabkan masalah bagi stabilitas ekonomi. Sehingga sudah menjadi tugas suatu negara untuk mempertahankan ketahanan pangan nasioanal secara berkelanjutan (Pujayanti, 2011).

Istilah ketahanan pangan pertama kali digunakan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) pada tahun 1971 untuk mengatasi masalah krisis pangan terutama bagi negara-negara berkembang. Pada saat itu, ketahanan pangan befokus pada pembebasan daerah dari permasalahan produksi serta krisis *supply* pangan (Pieris, 2015). Kemudian bertahun-tahun semenjak *World Food Conference* di Roma, Italia pada tahun 1974, konsep ketahanan pangan telah berkembang. Ada sekitar dua ratus definisi dengan istilah yang berbeda mengenai ketahanan pangan (Maxwell, 1996). Berdasarkan penjelasan mengenai sejarah serta permasalahan pangan diatas, diperlukan perhatian khusus untuk mengatasi daerah-daerah yang masih memiliki ketahanan pangan yang rendah. Pemerataan pangan perlu dilakukan agar suatu daerah tidak tertinggal dengan daerah lainnya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pembahasan mengenai pemerataan pangan telah disebutkan dalam agama islam yang tertuang pada Q.S. At Taubah (9) ayat 60. Pada ayat tersebut disebutkan mengenai golongan orang-orang yang menerima zakat. Ada 8 golongan yang berhak menerima zakat sesuai dengan terjemah dari ayat tersebut yaitu fakir, miskin, amil, mualaf, riqab, gharimin, fisabilillah dan ibnu sabil. Zakat berupa pangan diberikan kedelapan golongan, hal ini menunjukkah bahwa pada ayat tersebut pemerataan pangan dilakukan kepada semua orang, terutama untuk orang-orang yang sedang dalam kesulitan (Asiyah, 2014). Sesuai dengan penelitian ini, penilaian ketahanan pangan dilakukan untuk mengetahui daerah mana saja yang memiliki ketahanan pangan buruk dengan tujuan dapat terjadi pemerataan pangan di seluruh daerah. Adapun Q.S. At Taubah (9) ayat 60 ditunjukkan sebagai berikut.

۞ إِنَّمَا ٱلصَّدَقَٰتُ لِلۡفُقَرَآءِ وَٱلۡمَسَٰكِينِ وَٱلۡعَٰمِلِينَ عَلَيۡهَا وَٱلۡمُؤَلَّفَةِ
قُلُوبُهُمۡ وَفِي ٱلرِّقَابِ وَٱلۡغَٰرِمِينَ وَفِي سَبِيلِ ٱللَّهِ وَٱبۡنِ ٱلسَّبِيلِۖ
فَرِيضَةٗ مِّنَ ٱللَّهِۗ وَٱللَّهُ عَلِيمٌ حَكِيمٞ ٦٠

Artinya :

Sesungguhnya zakat itu hanyalah untuk orang-orang fakir, orang miskin, amil zakat, yang dilunakkan hatinya (mualaf), untuk (memerdekakan) hamba sahaya, untuk (membebaskan) orang yang berhutang, untuk jalan Allah dan untuk orang yang sedang dalam perjalanan, sebagai kewajiban dari Allah. Allah Maha Mengetahui, Mahabijaksana. (Kementerian Agama, 2016)

Untuk melakukan pemerataan ketahanan pangan diperlukan suatu penilaian pada tiap-tiap daerah sehingga pemerintah dapat menentukan daerah mana yang harus didahulukan untuk mendapatkan perlakuan khusus. Untuk menentukan hal

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tersebut perlu dilakukan pemetaan wilayah dengan cara membagi wilayah kabupaten atau kota kedalam suatu kelompok yang memiliki karakteristik sama. Pada proses pengelompokan tersebut diperlukan kriteria yang digunakan sebagai penilaian. Kriteria tersebut disusun dan dijadikan sebagai Indeks Ketahanan Pangan (IKP). Pada awalnya, Indeks Ketahanan Pangan (IKP) disusun dan digunakan pada level nasioanal, Badan Pusat Statistik (BPS) menyusun IKP sesuai dengan tiga kriteria yaitu aspek ketersediaan pangan, akses pangan, dan konsumsi pangan. Namun dalam penerapannya IKP hanya dapat digunakan sampai level provinsi, sedangkan untuk mengevaluasi daerah ketahanan pangan diperlukan cakupan yang lebih kecil lagi untuk mengetahui kondisi dari daerah-daerah yang ada di Indonesia. Oleh karena itu, Badan Ketahanan Pangan, Kementerian Pertanian menyusun Indeks Ketahanan Pangan (IKP) bedasarkan ketersediaan data yang ada di tingkat Kabupaten/Kota (Bulog, 2014).

Indeks Ketahanan Pangan (IKP) pada tingkat kabupaten terdiri dari tiga kriteria yaitu aspek ketersediaan, keterjangkauan, dan pemanfaatan pangan. Sedangkan untuk kota hanya terdapat dua kriteria yaitu aspek keterjangkauan dan pemanfaatan pangan. Penentuan kriteria tersebut didasarkan pada tiga pilar ketahanan pangan. Pada setiap kriteria, terdapat subkriteria yang digunakan untuk penilaian daerah ketahanan pangan. Secara keseluruhan untuk kabupaten terdapat sembilan subkriteria yang digunakan pada penilaian yaitu rasio konsumsi normatif, garis kemisikinan, pengeluaran untuk pangan lebih dari 65%, akses listrik, pendidikan perempuan, akses air bersih, rasio jumlah penduduk per tenaga kesehatan, *stunting* dan angka harapan hidup. Sedangkan untuk kota yang membedakan adalah tidak adanya subkriteria rasio konsumsi normatif (Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan, 2018).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sebelumnya telah disebutkan bahwa dilakukan pengelompokan pada kabupaten atau kota yang memiliki karakteristik yang sama. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan pada proses pengelompokan, salah satunya adalah metode *Fuzzy C-means*. Metode *Fuzzy C-Means* digunakan untuk pengelompokkan daerah ketahanan pangan berdasarkan kriteria sesuai dengan Indeks Ketahanan Pangan (IKP). *Fuzzy C-Means* merupakan algoritma pengelompokkan yang mudah diterapkan, sederhana, serta dapat digunakan untuk mengelompokkan data dengan jumlah yang besar (Rivaldo, 2019). Setelah dilakukan pengelompokan dapat dilakukan perankingan untuk mengetahui bagaimana urutan suatu daerah berdasarkan tingkat ketahanan pangannya. Namun, banyaknya kriteria dan subkriteria menyebabkan perhitungan menjadi rumit sehingga digunakan metode *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM). MCDM merupakan suatu teknik yang digunakan dalam pengambilan keputusan yang hasilnya berupa alternatif terbaik dari alternatif yang ada, sesuai dengan kriteria tertentu. Salah satu teknik yang terkenal pada MCDM ialah *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* atau biasa dikenal dengan istilah TOPSIS (Arifin, 2015). Kelebihan dari metode TOPSIS yaitu konsepnya sederhana dan mudah dipahami, menilai sisi kekurangan dari alternatif tidak hanya kelebihannya. Dengan dilakukan proses *clustering* terlebih dahulu sebelum proses perankingan, maka dapat diketahui kelompok-kelompok daerah sesuai dengan tingkat ketahanan pangannya. Untuk mengetahui urutan tingkat ketahanan pangan kelompok tersebut dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode TOPSIS. Setelah itu dilakukan validasi *cluster* dengan metode PCI untuk menentukan jumlah *cluster* yang optimal (Oktariani, Andreswari, & Setiawan, 2017).

Pada penelitian ini, penulis menggunakan metode FCM-TOPSIS terkait

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dengan evaluasi daerah ketahanan pangan berdasarkan kriteria yang telah ditentukan oleh Badan Ketahanan Pangan, Kementerian Pertanian. Hasil *cluster* dengan menggunakan metode FCM dapat digunakan sebagai sistem perankingan untuk mengetahui urutan daerah berdasarkan tingkat ketahanan pangan di Kabupaten/Kota wilayah Jawa Timur, dari daerah yang memiliki ketahanan pangan tinggi hingga daerah ketahanan pangan rendah (Zaenab, 2018). Selama ini provinsi Jawa Timur telah menopang kebutuhan 15 provinsi lain karena berlimpahnya komoditas pangan khususnya beras (Kanalsatu, 2019). Namun permasalahan yang terjadi adalah semakin berkurangnya lahan petanian. Saat ini banyak lahan pertanian yang beralih fungsi menjadi perumahan, perkantoran, dan kawasan industri yang akan berakibat buruk pada sektor pertanian. Sehingga penilaian ketahanan pangan perlu dilakukan untuk mengetahui bagaimana kondisi pangan di Jawa Timur. Dengan memperbaiki kondisi pangan di Jawa Timur maka dapat berdampak baik bagi provinsi lain (Faizal, 2018).

Penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan metode *Fuzzy C-Means* (FCM) dan TOPSIS telah dilakukan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nugraha (2017) yang berjudul Perbandingan Indeks *Xie Beni* dan Indeks *Partition Coefficient* yang dikombinasikan dengan *Fuzzy C-Means* dan *Simple Additive Weighting* untuk Pemilihan Bibit Kelapa Sawit. Pada penelitian tersebut metode FCM digunakan karena memiliki kelebihan untuk mengelompokkan data baik dalam jumlah besar maupun kecil (Nugraha, 2017). Penelitian dengan menggunakan metode FCM dan TOPSIS juga telah dilakukan oleh Victory Tyas P. Swindiarto, Riyanarto Sarno, dan Dian C. R. Novitasari. dengan judul *Integration of Fuzzy C-Means Clustering and TOPSIS (FCM-TOPSIS) with Silhoutte Analysis for Multi Criteria Parameter Data* (Swindiarto, V. T. P., Sarno, R., & Novitasari,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2018). Chunguang Bai, Dileep Dhavale, dan Joseph Sarkis juga melakukan penelitian FCM dan TOPSIS yang berjudul *Integrating Fuzzy C-Means and TOPSIS for performance evaluation: An application and comparative analysis*, penggunaan *clustering* merupakan pengembangan model MCDM dalam membuat keputusan (Bai, Dhavale, & Sarkis, 2014). Selain itu dalam penelitian lainnya, metode FCM dan TOPSIS telah dilakukan oleh Rusdi Rivaldo yang berjudul Kombinasi *Fuzzy C-Means* dan TOPSIS untuk Pemilihan Beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) di Universitas Sriwijaya. Peneliti menyebutkan bahwa hasil perankingan dengan menggunakan metode TOPSIS didapatkan persentase sebesar 76,9%, sedangkan untuk kombinasi dari metode FCM-TOPSIS didapatkan persentase 95,4% berdasarkan hasil aktual (Rivaldo, 2019). Oleh karena itu, penulis menggunakan metode FCM dan TOPSIS pada penelitian ini sebagai evaluasi daerah ketahanan pangan di Kabupaten/Kota wilayah Jawa Timur.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan, pokok permasalahan yang dikaji pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil *clustering* daerah Kabupaten/Kota di provinsi Jawa Timur berdasarkan Indeks Ketahanan Pangan (IKP) dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means*?

2. Bagaimana hasil perangkingan daerah Kabupaten/Kota di provinsi Jawa Timur dengan menggunakan metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS)?

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui hasil *clustering* daerah Kabupaten/Kota di provinsi Jawa Timur berdasarkan Indeks Ketahanan Pangan (IKP) dengan metode *Fuzzy C-Means*.
2. Mengimplementasikan metode TOPSIS pada perangkingan daerah ketahanan pangan wilayah Kabupaten/Kota di provinsi Jawa Timur.

1.4. Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini terdapat dua manfaat yang diberikan yaitu, manfaat secara teoritis dan praktik.

Manfaat teoritis pada penelitian ini yaitu memberikan tambahan informasi dan pengetahuan penerapan metode Fuzzy C-Means TOPSIS pada evaluasi daerah ketahanan pangan sesuai dengan Indeks Ketahanan Pangan (IKP) yang telah ditentukan. Selain itu, hasil dari penelitian dapat digunakan sebagai referensi dan studi literatur terkait penelitian lainnya.

Manfaat praktik yang didapatkan dari penelitian ini ialah sebagai informasi tambahan kepada pemerintah daerah Jawa Timur mengenai evaluasi daerah ketahanan pangan Kabupaten/Kota dengan Indeks Ketahanan Pangan (IKP) yang telah ditentukan. Hasil perangkingan Kabupaten/Kota dapat bermanfaat bagi pemerintah sebagai langkah untuk menetapkan kebijakan terkait masalah pangan serta menanggulangi permasalahan daerah-daerah yang masih mengalami krisis pangan di wilayah Jawa Timur.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, pembahasan permasalahan dibatasi oleh beberapa hal sebagai berikut.

1. Evaluasi daerah ketahanan pangan hanya dilakukan di Kabupaten/Kota wilayah Jawa Timur yang terdiri dari 29 Kabupaten dan 9 Kota.
2. Dalam penelitian evaluasi daerah ketahanan pangan tahun 2019 digunakan Indeks Ketahanan Pangan (IKP) yang telah disusun oleh Badan Ketahanan Pangan. Data yang digunakan merupakan data tahun 2018 yang berasal dari Badan Pusat Statistik (BPS), Kementerian Pertanian dan Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.
3. Indeks Ketahanan Pangan (IKP) yang digunakan terdiri dari sembilan subkriteria yang terbagi dalam tiga kriteria yaitu, aspek ketersediaan pangan, aspek keterjangkauan pangan, dan aspek pemanfaatan pangan. Untuk Indeks Ketahanan Pangan (IKP) Kota hanya digunakan dua kriteria yaitu aspek keterjangkauan pangan dan aspek pemanfaatan pangan, yang secara keseluruhan terdiri dari delapan subkriteria. Hal tersebut dikarenakan produksi pangan di tingkat perkotaan tidak berasal dari wilayah sendiri melainkan dari perdagangan antar wilayah.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri dari lima bab yang ditunjukkan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai dasar penelitian yaitu latar belakang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian dan sistematika penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan diuraikan materi-materi serta studi literaur yang terkait dengan penelitian beserta penjelasan mengenai metode yang akan digunakan. Pada bab ini akan dibahas mengenai ketahanan pangan, indeks ketahanan pangan, evaluasi ketahanan pangan, MCDM, *Fuzzy C-Means*, dan TOPSIS.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai jenis penelitian, sumber data, variabel penelitian, teknik analisis data, dan tahapan penyelesaian penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas mengenai proses *clustering* terhadap Kabupaten/Kota di wilayah Jawa Timur dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means*. Setelah itu dilakukan proses perangkingan daerah ketahanan pangan dengan menggunakan TOPSIS berdasarkan hasil *cluster* yang telah ditentukan.

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat diberikan sebagai pengembangan untuk penelitian selanjutnya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ketahanan Pangan

Di Indonesia istilah pangan sering dikaitkan dengan beras, karena beras merupakan salah satu jenis pangan yang menjadi sumber makanan utama bagi masyarakat. Pangan dapat diartikan sebagai suatu kebutuhan mendasar bagi manusia yang harus terpenuhi. Hak untuk mendapatkan pangan telah ditulis pada UUD 1945 pasal 27 dan Deklarasi Roma (1996). Hal tersebut merupakan dasar terbentuknya UU No.7 Tahun 1996 yang membahas mengenai pangan. Pangan berfungsi sebagai kebutuhan pokok dan merupakan salah satu hak asasi manusia yang memiliki peran penting bagi suatu bangsa (Bulog, 2014).

Ketahanan pangan merupakan kondisi dimana terpenuhinya pangan bagi suatu negara hingga seluruh masyarakat, yang dapat dibuktikan dengan ketersediaan pangan yang cukup baik dari jumlah, mutu, kualitas, kandungan gizi serta keamanan dari pangan tersebut. Selain itu pangan dapat diterima dan tidak bertentangan dengan agama, suku serta budaya dan dapat bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Hal tersebut tercantum dalam UU No 18 tahun 2012 yang membahas mengenai pengertian pangan (Bulog, 2014). Untuk mengatasi kerawanan pangan dan gizi diperlukan suatu informasi yang akurat dan tertata rapi mengenai ketahanan pangan. Informasi tersebut dapat digunakan sebagai arahan dan rekomendasi dalam penyusunan program-program dan pelaksanaan kebijaksanaan terkait dengan ketahanan pangan. Oleh karena itu diperlukan suatu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

evaluasi untuk menilai ketahanan pangan dari masing-masing daerah (IKP, 2018).

2.2. Evaluasi Daerah Ketahanan Pangan

Evaluasi secara istilah dapat didefinisikan sebagai suatu kegiatan yang telah direncanakan yang berfungsi untuk mengetahui keadaan suatu objek dengan menggunakan instrumen sebagai pengukur suatu objek yang kemudian hasilnya akan dilakukan perbandingan sesuai dengan tolak ukur sehingga didapatkan suatu kesimpulan (Yunanda, 2009). Pemahaman mengenai definisi evaluasi telah banyak dibahas, salah satu contohnya terdapat dalam buku yang berjudul Metode Riset Evaluasi. Evaluasi diartikan sebagai proses pengumpulan informasi pada suatu objek, kemudian dilakukan penilaian pada objek tersebut dan dibandingkan dengan kriteria, standar ketentuan (Hadi, 2011). Sedangkan menurut Wirawan (2012:7) evaluasi ialah suatu proses pengumpulan, analisis, serta pernyajian informasi mengenai objek yang akan dievaluasi dan kemudian dilakukan penilaian, dimana hasil dari penilaian tersebut akan dibandingkan sehingga dapat digunakan untuk pengambilan keputusan mengenai objek evaluasi tersebut (Wirawan, 2012).

Evaluasi daerah ketahanan pangan berarti suatu penilaian terhadap ketahanan pangan suatu daerah terhadap segala aspek. Dalam sistem penilaian situasi ketahanan pangan diperlukan serangkaian kriteria yang berfungsi sebagai tolak ukur pada penilaian tersebut. Penilaian dari masing-masing kriteria tersebut menghasilkan suatu penilaian dengan kualitas ketahanan pangan yang sesuai dengan masing-masing daerah. Pada evaluasi daerah ketahanan pangan dilakukan sistem perangkingan untuk mengetahui urutan ketahanan pangan dari daerah yang memiliki tingkat ketahanan pangan tinggi hingga daerah yang memiliki ketahanan pangan rendah. Sehingga pemerintah dapat menentukan program yang tepat untuk mengatasi daerah-daerah dengan ketahanan pangan rendah sehingga tidak

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tertinggal dengan daerah lainnya (Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan, 2018).

2.3. Indeks Ketahanan Pangan

Dalam melakukan penilaian daerah ketahanan pangan diperlukan kriteria-kriteria yang digunakan sebagai tolak ukur dalam suatu penilaian. Kumpulan dari kriteria-kriteria tersebut digabungkan dan dijadikan sebagai Indeks Ketahanan Pangan atau biasa disingkat dengan IKP. Indeks ketahanan pangan yang digunakan untuk penentuan ketahanan suatu pangan berbeda-beda sesuai dengan objek yang akan dinilai, yaitu negara, provinsi maupun kabupaten/kota (Nurhemi, 2014).

2.3.1. Indeks Ketahanan Pangan Negara

Perhitungan ketahanan pangan suatu negara yang digunakan untuk melihat kondisi ketahanan serta kerawanan pangan dan gizi dari suatu negara dinilai penting. Sehingga berbagai lembaga peduli atas hal tersebut dan disusunlah Indeks Ketahanan Pangan (IKP) yang disusun oleh beberapa lembaga internasional sebagai berikut:

1. *Global Food Security Index* (GFSI)

   Salah satu contoh penilaian situasi ketahanan pangan antar negara yaitu *Global Food Security Index* (GFSI) yang disusun oleh *The Economist intelligent* (EIU) berdasarkan tiga aspek yaitu aspek ketersediaan (*availability*), keterjangkauan (*affordability*), serta kualitas dan keamanan pangan (*quality and safety*). Penilaian *Global Food Security Index* (GFSI) digunakan untuk menilai ketahanan pangan antar negara berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan (IKP, 2018).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada *Global Food Security Index* tahun 2014 dapat diketahui bahwa tingkat ketahanan pangan yang tinggi dimiliki oleh negara-negara maju khususnya yang memiliki pendapatan tinggi (Nurhemi, 2014). Pada tahun 2016, posisi ketahanan pangan Indonesia berada di peringkat ke-71 dari 113 negara. Pada tahun 2017 posisi Indonesia naik dan berada pada peringkat ke-69 (IKP, 2018). Kemudian pada tahun 2018 Indonesia kembali mengalami peningkatan yaitu pada peringkat ke-65 (Global Food Security Index, 2018).

2. *Global Hunger Index* (GHI)

Selain GFI, terdapat GHI yang merupakan singkatan dari *Global Hunger Index* (GHI). GHI merupakan suatu alat yang dirancang untuk mengukur tingkat kelaparan secara global, regional, dan nasional. GHI dihitung setiap tahun untuk mengetahui tingkat kemajuan ataupun kemunduran dalam mengatasi permasalahan pangan. Pembentukan GHI dirancang untuk meningkatkan kesadaran dan pemahaman tentang perjuangan melawan kelaparan dan sebagai pembanding antara wilayah satu dengan lainnya. Sehingga diharapkan ada upaya yang dilakukan untuk mengatasi wilayah yang mengalami tingkat ketahanan pangan rendah (Global Hunger Index, 2019).

GHI disusun oleh *International Food Policy Research Institute* atau biasa disingkat IFPRI. Sama halnya dengan GFI, penilaian ini digunakan untuk penilaian ketahanan pangan antar negara, dan yang membedakan ialah aspek yang digunakan pada penilaian. Keempat aspek tersebut adalah proporsi *undernourishment*, balita *wasting*, balita *stunting*, serta angka kematian bayi (IKP, 2018). Upaya pengumpulan data yang digunakan sebagai kriteria dilakukan oleh berbagai badan PBB dan multilateral lainnya. Data-data tersebut bersumber dari *Food and Agriculture Organization of the United*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Nations (FAO), *United Nations Interagency Group for Child Mortality Estimation* (UN IGME), dan lain sebagainya (Global Hunger Index, 2019).

3. *Rice Bowl Index* (RBI)

Selain GFSI dan GHI, Indeks Ketahanan Pangan (IKP) lainnya adalah *Rice Bowl Index* (RBI). RBI dibentuk oleh Syngenta yang bekerja sama dengan *Frontrier Strategy Group* mengenai ketahanan pangan di wilayah Asia Pasifik. Terdapat empat kriteria yang digunakan yaitu *Farm Level Factors, Demand and Price, Policy and Trade*, dan *Environmental Factors* dengan memperhatikan aspek ketahanan pangan (*food security*) dan stabilitas pangan (*staility or sustainability*) (Nurhemi, 2014).

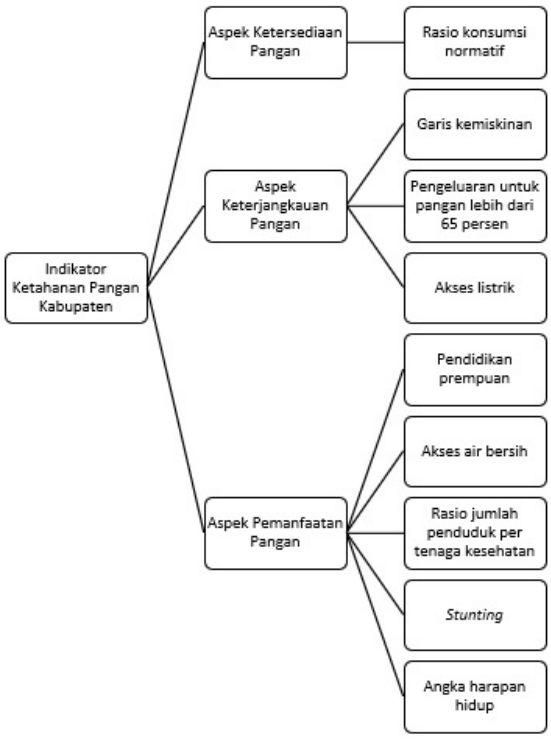
RBI dibentuk melalui inisiatif yang dilakukan oleh Syngenta serta para dewan penasehat terkemuka untuk menilai seberapa kuat kemampuan suatu negara dalam mengatasi permasalahan ketahanan pangan (Frontier Strategy Group, 2019). Terdapat 15 negara di Asia Paifik dan Indonesia menempati urutan ke-10 pada tahun 2016 (IKP, 2018).

2.3.2. Indeks Ketahanan Pangan Provinsi dan Kabupaten/Kota

IKP yang telah disebutkan sebelumnya merupakan kriteria untuk penilaian ketahanan pangan antar negara, sedangkan untuk level nasional Badan Pusat Statistik (BPS) telah menyusun IKP dari 3 aspek, yaitu aspek ketersediaan, akses, dan konsumsi pangan. Namun penilaian tersebut hanya sebatas penilaian daerah provinsi, sehingga diperlukan suatu penilaian yang lebih spesifik di kabupaten/kota. Oleh karena itu, Badan Ketahanan Pangan melakukan analisis lebih lanjut dalam skala lebih rendah pada penentuan IKP bagi kabupaten/kota. Penyusunan IKP harus sesuai dengan metodologi serta data-data yang ada di

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kabupaten/kota. Dalam penilaian ketahanan pangan untuk daerah kabupaten/kota digunakan 3 kriteria yaitu aspek ketersediaan, aspek keterjangkauan, dan aspek pemanfaatan pangan (BKP Kementerian Pertanian, 2019) Terdapat 9 subkriteria yang digunakan dalam penilaian daerah ketahanan pangan kabupaten yang ditunjukan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Variabel Kriteria Kabupaten

Pada Gambar 2.1 ditunjukkan variabel kriteria untuk evaluasi daerah ketahanan pangan kabupaten, untuk penjelasan lebih lanjut ditunjukkan sebgai berikut:

1. Aspek Ketersediaan Pangan

   Aspek Ketersediaan Pangan atau dapat disebut *food availability* merupakan ketersediaan pangan baik berasal dari produksi sendiri maupun keberadaan pangan yang ada di pasar. Ketersediaan pangan yang dimaksud

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dapat mengarah pada ketersediaan pangan dalam perspektif mikro dan makro, dimana perspektif mikro menggambarkan ketersediaan pangan di level rumah tangga atau individu, sedangkan perspektif makro menggambarkan ketersediaan pangan pada level regional atau nasional. Namun menurut Riely (1995) dalam Weingartner (2004), konteks ketersediaan pangan lebih cocok digunakan untuk menggambarkan ketersediaan pangan dalam skala nasional (Hendro, 2010). Sehingga ketersediaan pangan dapat diartikan bahwa negara harus menjamin tercukupinya kebutuhan pangan bagi warganya (UNS, 2016).

Pada aspek ketersediaan pangan, faktor kenaikan atau penurunan produksi pangan berpengaruh terhadap kecukupan pangan. Potensi yang dimiliki tiap wilayah berbeda-beda, ada wilayah yang merupakan penghasil tanaman holtikultura, perkebunan dan lain sebagainya. Hal tersebut dikarenakan iklim dan cuaca serta kondisi tanah di masing-masing wilayah berbeda, sehingga tanaman yang dihasilkan pun menyesuaikan dengan kondisi wilayahnya (Nikmah, 2015). Pangan yang dihasilkan dapat berupa produk serealia, rempah, sayuran, buah-buahan, berbagai jenis kacang, minyak nabati, gula serta produk hewani. Kebutuhan utama kalori harian yang diperlukan tubuh adalah sumber pangan yang mengandung karbohidrat, porsi yang diperlukan sebesar setengah dari kebutuhan energi tiap orang dalam sehari. Sehingga yang akan digunakan dalam perhitungan adalah karbohidrat yang berasal dari produk serealia yaitu padi, jagung, umbi kayu dan umbi jagung yang digunakan untuk memenuhi kondisi pangan di tingkat kabupaten dan kota (Badan Ketahanan Pangan, 2018).

Berdasarkan aspek ini dapat diketahui bagaimana kemampuan suatu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

wilayah dalam menghasilkan pangan untuk daerahnya sendiri (Nikmah, 2015). Pada aspek ketersediaan pangan terdapat satu subkriteria yaitu:

a. Rasio konsumsi normatif per kapita terhadap ketersediaan bersih.

Konsumsi normatif merupakan jumlah serealia seperti padi, jagung, dan umbi-umbian yang harus dikonsumsi oleh seseorang dalam sehari untuk memenuhi kebutuhan kilo kalori energi yang terdapat di serealia. Berdasarkan pola pangan di Indonesia, sebanyak hampir 50% dari total kalori berasal dari pangan serealia. Untuk memenuhi kebutuhan kalori maka kurang lebih 300 gr serealia harus dikonsumsi per hari. Sehingga sesuai dengan yang telah ditentukan, pada perhitungan digunakan 300 gr sebagai nilai konsumsi normatif.

Sedangkan perhitungan ketersediaan bersih berasal dari data rata-rata produksi serealia yang telah dikurangi dengan data benih, pakan, dan tercecer. Selain itu digunakan data total penduduk. Rasio konsumsi normatif per kapita terhadap ketersediaan bersih dapat digunakan untuk mengetahui kecukupan pangan di wilayah tersebut (Badan Ketahanan Pangan, 2018). Proses perhitungan aspek ketersediaan pangan ditunjukkan sebagai berikut:

1. Produksi Netto Pangan Serealia

   a. Produksi netto beras (Rnet)

      Untuk menghitung netto padi (Pnet) pada setiap kabupaten, maka nilai konversi untuk s,f, dan w yang digunakan yaitu:

$$benih\ (s) = P\ .\ 0,9\%$$

$$pakan\ (f) = P\ .\ 0,44\%$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$tercecer\ (w) = P\ .\ 4,92\% \tag{2.1}$$

Sehingga didapatkan netto padi (Pnet) adalah sebagai berikut.

$$Pnet = P - (s + f + w) \tag{2.2}$$

dimana:

P : Data produksi padi kabupaten

$Pnet$: Produksi netto padi

s : data benih

f : data pakan ternak

w : data tercecer

Setelah mendapatkan nilai dari netto padi (Pnet), langkah selanjutnya yaitu menghitung produksi netto beras (Rnet) dengan cara mengalikan netto padi (Pnet) dengan faktor konversi (c) gabah ke beras yaitu c = 0,6402 pada masing-masing kabupaten. Perhitungan produksi netto beras (Rnet) ditunjukkan sebagai berikut:

$$Rnet = c\ .\ Pnet \tag{2.3}$$

b. Produksi netto jagung (Qnet)

Untuk menghitung netto jagung (Qnet) pada setiap kabupaten, angka produksi dikalikan dengan 87% untuk mendapatkan angka produksi siap pakai/konsumsi. Nilai konversi yang digunakan pada s, f, dan w adalah sebagai berikut:

$$benih\ (s) = Q\ .\ 0,9\%$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$pakan\ (f) = Q\ .\ 53,4\%$$

$$tercecer\ (w) = Q\ .\ 7,16\% \tag{2.4}$$

dimana:

Q : Data produksi jagung kabupaten

Sehingga didapatkan produksi netto jagung (Qnet) adalah sebagai berikut.

$$Qnet = Q - (s + f + w) \tag{2.5}$$

c. Produksi netto ubi kayu (Inet)

Untuk menghitung netto ubi kayu (Inet) pada setiap kabupaten, data f dan w menggunakan nilai konversi sebagai berikut:

$$pakan\ (f) = I\ .\ 2\%$$

$$tercecer\ (w) = I\ .\ 4,23\% \tag{2.6}$$

Sehingga didapatkan produksi netto ubi kayu (Inet) adalah sebagai berikut.

$$Inet = I - (f + w) \tag{2.7}$$

dimana:

I : Data produksi ubi kayu kabupaten

d. Produksi netto ubi jalar (Jnet)

Untuk menghitung netto ubi jalar (Jnet) pada setiap kabupaten, nilai konversi yang digunakan pada f dan w ditunjukkan sebagai berikut:

$$pakan\ (f) = J\ .\ 2\%$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$tercecer\ (w) = J\ .\ 6,03\% \tag{2.8}$$

Sehingga didapatkan produksi netto ubi kayu (Jnet) adalah sebagai berikut.

$$Jnet = J - (f + w) \tag{2.9}$$

dimana:

J : Data produksi ubi jalar kabupaten

Untuk mendapatkan nilai yang ekivalen, produksi bersih rata-rata ubi kayu dan ubi jalar (Tnet) dikalikan dengan $1/3$ karena kalori 1 kg beras atau jagung setara dengan 3 kg ubi kayu dan ubi jalar.

$$Tnet = \frac{Inet + Jnet}{3} \tag{2.10}$$

Sehingga didapatkan produksi netto serealia (Ps) yaitu:

$$Ps = Rnet + Qnet + Tnet \tag{2.11}$$

dimana:

Rnet : Produksi netto beras

Qnet : Produksi netto jagung

Tnet : Produksi netto ubi kayu dan ubi jalar

2. Ketersediaan Pangan Serealia

   Untuk menghitung ketersediaan pangan serealia per kapita per hari, digunakan data jumlah penduduk tahun tengah (Pt). Perhitungan ketersediaan pangan serealia per kapita per hari (F) ditunjukkan sebagai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

berikut:

$$F = \frac{Ps}{Pt \,.\, 365} \tag{2.12}$$

dimana:

Ps : Produksi netto serealia

Pt : Data jumlah penduduk tahun tengah

Satuan pada perhitungan ini adalah gram, pada persamaan tersebut angka 365 menyatakan jumlah hari dalam 1 tahun.

3. Rasio Ketersediaan Pangan

$$Iav = \frac{Cnorm}{F} \tag{2.13}$$

dimana:

Cnorm : Konsumsi normatif (300 gr)

F : Ketersediaan pangan serealia

Suatu daerah dikatakan defisit pangan serealia apabila nilai Iav $>$ 1, yaitu kebutuhan konsumsi normatif dari produksi bersih serealia yaitu beras, jagung serta umbi-umbian tidak terpenuhi. Sedangkan apabila nilai Iav $<$ 1, maka daerah tersebut termasuk dalam kondisi surplus pangan serealia.

2. Aspek Keterjangkauan Pangan

Pada aspek keterjangkauan pangan, hal yang difokuskan ialah perihal stabilitas ketersediaan dan harga pangan serta pengelolaan pada cadangan makanan (Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan, 2018). Akses keterjangkauan pangan yaitu kemampuan individu maupun rumah tangga dalam memperoleh pangan untuk memeuhi kebutuhan gizi, baik berasal dari produksi sendiri, pembelian ataupun berasal dari bantuan (Nikmah, 2015).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada aspek keterjangkauan pangan terdapat tigasub kriteria, yaitu:

a. Persentase penduduk yang hidup di bawah garis kemiskinan.

Penduduk yang rata-rata pengeluaran per bulan dibawah garis kemiskinan disebut dengan penduduk miskin (BPS, 2019). Sedangkan penduduk di bawah garis kemiskinan yaitu ketidakmampuan suatu penduduk dalam memenuhi kebutuhan dasar karena tidak memiliki daya beli yang cukup dan akan berpengaruh pada ketahanan pangan (Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan, 2018).

b. Persentase rumah tangga dengan proporsi pengeluaran untuk pangan lebih dari 65 persen terhadap total pengeluaran.

Pada teori Engel disebutkan bahwa semakin tinggi pendapatan persentase pengeluaran konsumsi dalam rumah tangga akan mengalami penurunan, yang artinya suatu rumah tangga dikatakan sejahtera apabila pengeluaran untuk konsumsi non pangan lebih tinggi daripada konsumsi pangannya. Pengeluaran pangan dapat dijadikan sebagai pengukur tingkat kesejahteraan dan ketahanan pangan (Afriana, 2018).

c. Persentase rumah tangga tanpa akses listrik.

Adanya listrik di suatu wilayah dapat membuka peluang untuk lapangan pekerjaan. Tingkat kesejahteraan rumah tangga di suatu wilayah tersebut dapat dilihat dari akses terhadap listrik. Tidak adanya akses listrik pada suatu wilayah dapat menggambarkan kondisi kesejahteraan rumah tangga yang masih kurang, hal tersebut juga akan berpengaruh pada kondisi ketahanan pangan (Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan, 2018).

3. Aspek Pemanfaatan Pangan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

a. Rata-rata lama sekolah perempuan diatas 15 tahun.

Merupakan jumlah tahun lamanya menempuh pendidikan formal, untuk perempuan dengan usia diatas 15 tahun. Salah satu pengaruh kesehatan dan gizi anak ialah dari pendidikan serta pola asuh dari orang tua terutama ibu.

b. Persentase rumah tangga tanpa akses ke air bersih

Akses air bersih merupakan salah satu peran penting dalam pencapaian tingkat ketahanan pangan. Daerah yang tidak memiliki akses air bersih cenderung ditemukan adanya malnutrisi, karena air yang digunakan. Air bersih yang dimaksud ialah air minum yang berasal dari air ledeng/PAM, air sumur, pompa air, mata air yang terlindungi serta air hujan dengan jarak minimal 10 m dari jamban.

Air bersih sangat penting bagi kesehatan tubuh, akibat yang ditimbulkan dari pemakaian air yang tidak bersih salah satunya ialah penyakit diare. Pemakaian air bersih dapat meningkatkan status gizi dengan adanya penyerapan pada zat-zat gizi untuk tubuh. Adanya akses air bersih menjadi salah satu indikator penting pada ketahanan pangan (IKP, 2018).

c. Rasio jumlah penduduk per tenaga kesehatan terhadap tingkat kepadatan penduduk.

Status ketahanan pangan yang baik dapat dilihat dari faktor kesehatan, apabila terdapat gangguan pada tubuh maka akan menghambat proses metabolisme. Sehingga kesehatan merupakan faktor penting pada kondisi ketahanan pangan di suatu daerah. Oleh karena itu kualitas dan pembangunan di sektor kesehatan harus memadai untuk

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

meningkatkan status kesehatan pada tubuh. Dalam hal ini dapat dilihat dari pemerataan tenaga kesehatan yang ada di suatu daerah, kualitas dari pelayanan yang diberikan, serta akses dan keterjangkauan pelayanan kesehatan. Salah satu penyebab penghambat pemerataan pelayanan kesehatan ialah luas geografis negara Indonesia.

Salah satu sub kriteria dari ketahanan pangan yaitu rasio jumlah penduduk per tenaga kesehatan terhadap tingkat kepadatan penduduk. Tenaga kesehatan yang dimaksud ialah dokter umum, dokter spesialis, dokter gigi, perawat, tenaga gizi, dan bidan. Perhitungan rasio dapat dilakukan sebagai berikut: (Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan, 2018).

$$Rasio = \frac{x/y}{z} \tag{2.14}$$

Misal :

x = jumlah penduduk (jiwa)

y = jumlah tenaga kesehatan (jiwa)

z = kepadatan penduduk (jiwa/km2)

d. Persentase balita dengan tinggi badan dibawah standar (stunting)

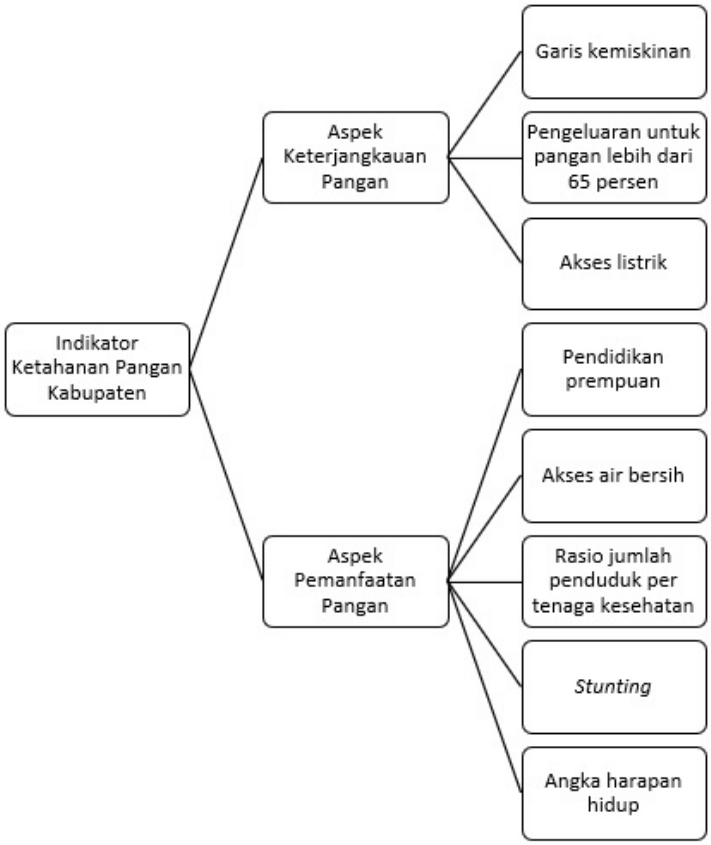
Stunting merupakan salah satu masalah gizi yang berpengaruh pada tumbuh kembang anak dan akan mempengaruhi kualitas hidupnya. Risiko yang tejadi akibat stunting ialah terlambatnya perkembangan motorik dan mental penderita sehingga tidak sesuai dengan anak-anak pada seusianya. Dampak terburuk dari stunting ialah terjadinya kematian. Oleh karena itu subkriteria stunting sangat berpengaruh pada ketahanan pangan (Azriful et al, 2018). Balita dikatakan stunting apabila

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

usia anak dibawah lima tahun memiliki tinggi badan kurang dari -2 Standar Deviasi (-2 SD) berdasarkan standar WHO sesuai dengan indeks tinggi badan sesuai umur (IKP, 2018).

e. Angka harapan hidup pada saat lahir

Angka harapan hidup saat lahir merupakan rata-rata lama usia hidup bayi saat lahir dan diasumsikan tidak ada perubahan pola mortalitas pada hidupnya (IKP, 2018).



Gambar 2.2 Variabel Kriteria Kota

Pada Gambar 2.2 telah ditunjukkan variabel kriteria untuk evaluasi daerah ketahanan pangan kota dan digunakan delapan subkriteria sebagai berikut:

1. Aspek Keterjangkauan Pangan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

a. Persentase penduduk yang hidup di bawah garis kemiskinan

b. Persentase rumah tangga dengan proporsi pengeluaran untuk pangan lebih dari 65 persen terhadap total pengeluaran.

c. Persentase rumah tangga tanpa akses listrik.

2. Aspek Pemanfaatan Pangan

a. Rata-rata lama sekolah perempuan diatas 15 tahun.

b. Persentase rumah tangga tanpa akses ke air bersih.

c. Rasio jumlah penduduk per tenaga kesehatan terhadap tingkat kepadatan penduduk.

d. Persentase balita dengan tinggi badan dibawah standar (stunting)

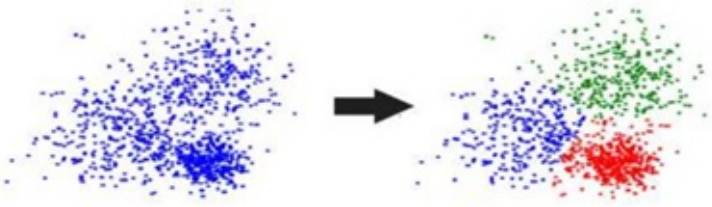
e. Angka harapan hidup pada saat lahir

Terdapat sedikit perbedaan antara kriteria yang digunakan untuk kabupaten dan kota. Untuk wilayah kota hanya digunakan 8 subkriteria dikarenakan pada aspek ketersediaan pangan daerah pada tingkat perkotaan produksi tidak berasal dari wilayah sendiri, melainkan dari perdagangan antar wilayah.

2.4. *Fuzzy Clustering*

Fuzzy Clustering adalah salah satu teknik yang digunakan untuk menentukan *cluster* optimal pada ruang vektor berdasarkan euclidian jarak antar vector. Pada *fuzzy clustering* setiap titik data memiliki nilai keanggotaan di setiap *cluster* yang mungkin dan suatu data akan menuju *cluster* tertentu yang ditandai dengan nilai keanggotaan tertinggi pada *cluster* tersebut (Miller et al, 2009).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 2.3 Proses *Clustering* data
(Manuel, 2017)

2.4.1. *Fuzzy C-Means (FCM)*

Fuzzy C-Means merupakan salah satu teknik peng-cluster-an dimana keberadaan tiap titik data di suatu *cluster* berdasarkan derajat keanggotaan. Untuk menentukan suatu data termasuk kedalam *cluster* tertentu dapat dilihat berdasarkan nilai terbesar dari derajat keanggotaannya. FCM pertama kali dikenalkan pada tahun 1981 oleh Jim Bezdek (Hasibuan, 2013). Konsep awal *Fuzzy C-Means* (FCM) yaitu penentuan pusat *cluster*. Pusat *cluster* tersebut merupakan lokasi rata-rata dari tiap *cluster*, pada awalnya pusat *cluster* tersebut masih belum akurat. Tiap titik-titik data mempunyai derajat keanggotaan pada masing-masing *cluster*. Karena pada awalnya pusat *cluster* belum akurat maka perlu dilakukan perbaikan secara berulang pada pusat *cluster* dan derajat keanggotaan pada tiap titik data sehingga pusat *cluster* akan bergerak menuju kearah lokasi yang sesuai. Pengulangan ini terus dilakukan berdasarkan pada minimasi fungsi obyektif yang merupakan gambaran dari jarak titik data ke pusat *cluster* yang terbobot oleh derajat keanggotaan dari data tersebut. Hasil dari *Fuzzy C-Means* berupa deretan pusat *cluster* dan derajat keanggotaan dari masing-masing titik data (Efiyah, 2014).

2.4.2. Algoritma *Fuzzy C-Means*

Algoritma Fuzzy C-Means ditunjukkan sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1. Input data yang akan di *cluster* sesuai dengan kriteria yang digunakan pada penelitian dalam bentuk matriks X yang berukuran n x m, dimana n adalah baris yang menyatakan jumlah sampel data dan m adalah kolom yang menunjukkan atribut dari tiap data. X_{ij} merupakan data sampel ke-i ($i = 1, 2, \ldots, n$) pada atribut ke-j ($j = 1, 2, \ldots, m$).

2. Langkah selanjutnya yaitu menentukan:

   a. Jumlah *cluster* (c), yaitu menentukan banyaknya cluster yang akan digunakan pada penelitian sesuai dengan kebutuhan.

   b. Pangkat/bobot (w), yaitu nilai eksponen.

   c. Iterasi maksimum (*MaxIter*), merupakan batas dari proses perulangan, apabila proses perulangan telah mencapai nilai iterasi maksimum maka proses perulangan atau looping akan berhenti.

   d. Error terkecil (e), yaitu perulangan akan berakhir apabila nilai yang didapatkan sesuai dengan batasan dari nilai error terkecil.

   e. Fungsi ojektif awal (P_0 = 0)

   f. Iterasi awal (t = 1)

3. Kemudian bangkitkan nilai acak random μ_{ik} dimana $i = 1, 2, 3, \ldots, n$ dan $k = 1, 2, 3, \ldots, c$ dengan n x c menunjukkan ukuran matriks sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U. Hitung jumlah tiap kolom:

$$Q_j = \sum_{k=1}^{c} \mu_{ik} \tag{2.15}$$

   Hitung nilai elemen matriks:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_j} \tag{2.16}$$

Bentuk matriks partisi awal adalah sebagai berikut (Irabawati, 2016):

$$U = \begin{bmatrix} \mu_{11} & \mu_{12} & \cdots & \mu_{1c} \\ \mu_{21} & \mu_{22} & \cdots & \mu_{2c} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \mu_{n1} & \mu_{n2} & \cdots & \mu_{nc} \end{bmatrix}$$

4. Menghitung pusat *cluster* ke-k:

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{n}((\mu_{ik})^w X_{ij})}{\sum_{i=1}^{n}(\mu_{ik})^w} \tag{2.17}$$

dimana:

n = jumlah data

V_{kj} = pusat *cluster* ke-k, $k = 1, 2, \ldots, c$ dan $j = 1, 2, \ldots, m$

μ_{ik} = derajat keanggotaan data ke-i cluster ke-k

w = pangkat atau bobot

X_{ij} = data ke-i pada atribut ke-j

5. Menghitung fungsi objektif pada iterasi ke-t, P_t. Fungsi objektif berfungsi sebagai syarat perulangan sehingga akan didapatkan pusat *cluster* yang tepat, dan akan diketahui suatu data cenderung masuk ke *cluster* tertentu.

$$P_t = \sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{c}([\sum_{j=1}^{m}(X_{ij} - V_{kj})^2](\mu_{ik})^w) \tag{2.18}$$

dimana:

P_t = nilai fungsi objektif

V_{kj} = pusat kluster ke-k, $k = 1, 2, \ldots, c$ dan $j = 1, 2, \ldots, m$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

μ_{ik} = derajat keanggotaan data ke-i cluster ke-k

w = pangkat atau bobot

X_{ij} = data ke-i pada atribut ke-j

Untuk mempermudah perhitungan dimisalkan,

6. Menghitung perubahan matriks partisi

$$\mu_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^{m}(X_{ij} - V_{kj})^2]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^{c}[\sum_{j=1}^{m}(X_{ij} - V_{kj})^2]^{\frac{-1}{w-1}}} \tag{2.19}$$

7. Cek kondisi berhenti: Jika (| P_t-$P_{(t-1)}$ | < e) atau ($t > MaxIter$) maka berhenti, namun apabila tidak memenuhi maka t = t+1 dan ulangi langkah ke-4 (Efiyah, 2014)

2.5. Validasi Hasil *Cluster*

Setelah didapatkan hasil *cluster* dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means*, kemudian dilakukan uji validitas terhadap pengelompokan dengan konsep bahwa suatu data dapat menjadi anggota dari seluruh *cluster* dengan nilai derajat keanggotaannya. Semakin tinggi nilai derajat keanggotaan pada suatu *cluster*, maka data tersebut akan cenderung masuk kedalam *cluster* tersebut (Wahyono, 2015). Untuk menentukan apakah hasil dari suatu *cluster* tersebut akurat atau tidak maka perlu dilakukan uji validitas *cluster*. Penentuan jumlah *cluster* bergantung pada penelitian yang dilakukan. Ada beberapa metode yang dapat digunakan, salah satunya ialah *Partition Coefficient Index* (PCI) (Mashfuufah, 2018).

Partition Coefficient Index (PCI) akan mengevaluasi nilai dari derajat keanggotaan pada data untuk mengukur jumlah *overlapping* antar kelompok. Nilai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang dihasilkan dari uji validitas *cluster* dengan PCI menghasilkan nilai dengan rentang antara 0 hingga 1. Bila nilai yang didapatkan mendekati 1 maka kualitas *cluster* yang digunakan semakin baik, dan sebaliknya (Wahyono, 2015). Perhitungan dilakukan dengan mengkuadratkan nilai keanggotaan pada masing-masing *cluster* kemudian dijumlahkan, sebagai berikut:

$$PCI = \frac{1}{n}(\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{c}\mu_{ik}^{2}) \tag{2.20}$$

Setelah didapatkan hasil cluster optimal, maka langkah selanjutnya ialah proses perangkingan dengan metode TOPSIS.

2.6. *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM)

Multiple Criteria Decision Making atau dapat disingkat MCDM merupakan suatu metode pengambilan keputusan dari sejumlah alternatif yang telah disediakan berdasarkan kriteria tertentu untuk mendapatkan alternatif terbaik (Aprilia & Rosyidi, 2018). Kriteria merupakan suatu ukuran atau standar yang digunakan dalam pengambilan keputusan. Kriteria terbentuk dari kebutuhan-kebutuhan dasar serta nilai yang diinginkan. Terdapat dua macam kategori MCDM, yaitu sebagai berikut:

1. *Multiple Objective Decision Making* (MODM)

   Permasalahan pada MODM terkait dengan perancangan atau *design*. Pada model ini banyak teknik optimasi matematik yang digunakan, selain itu jumlah alternatif yang digunakan sangat banyak sampai dengan tak berhingga (Raharjo, Stok, & Yustina, 2000).

2. *Multiple Attribute Decision Making* (MADM)

   Pada model MADM permasalahan yang digunakan menyangkut pemilihan,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dimana pemilihan terhadap sejumlah alternatif (Raharjo, Stok, & Yustina, 2000). Contohnya pada pemilihan pemasok, pada pemilihan pemasok terdapat beberapa faktor yang memiliki peran berbeda seperti halnya harga, waktu, kualitas dan lain sebagainya. Salah satu Teknik MADM yang paling terkenal adalah TOPSIS (Shahroudi & Tonekaboni, 2012).

2.7. *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS)

Metode TOPSIS merupakan metode pengambilan keputusan multikriteria yang pertama kali dikembangkan oleh Yoon dan Hwang pada tahun 1981. Konsep dasarnya adalah bahwa alternatif terbaik yang dipilih merupakan alternatif dengan jarak terpendek dari solusi ideal positif dan memiliki jarak terjauh dari solusi ideal negatif (Balioti, Tzimopoulos, & Evangelides, 2018). Solusi ideal positif merupakan jumlah keseluruhan nilai terbaik yang dicapai pada setiap atribut atau kriteria, sedangkan solusi ideal negatif ialah keseluruhan nilai terburuk yang dicapai pada setiap atribut (Azizi, 2014).

Langkah-langkah penyelesaian menggunakan metode TOPSIS adalah sebagai berikut:

1. Menentukan matriks keputusan ternormalisasi (*normalized decision matrix*).

   Pada metode TOPSIS dibutuhkan proses normalisasi matriks keputusan ke suatu skala yang dapat dibandingkan dengan semua alternatif yang ada. Hasil matriks normalisasi berupa mariks R, dimana x_{ij} merupakan data kriteria atau subkriteria.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_{ij}^2}} \tag{2.21}$$

2. Menentukan matriks keputusan ternormalisasi terbobot *(weighted normalized*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

decision matrix)

Pada setiap kriteria atau subkriteria terdapat bobot yang menunjukkan tingkat kepentingan dari kriteria atau subkriteria tersebut. Perhitungan dilakukan dengan mengalikan nilai bobot kriteria atau subkriteria (w_j) dengan r_{ij} yaitu matriks ternormalisasi.

$$y_{ij} = w_j \, . \, r_{ij} \tag{2.22}$$

dimana $i = 1, 2, ..., n$ dan $j = 1, 2, ..., m$

3. Menentukan matriks solusi ideal positif (A^+) dan matriks solusi ideal negatif (A^-)

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, ..., y_m^+) \tag{2.23}$$

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, ..., y_m^-) \tag{2.24}$$

$$y_j^+ = \begin{cases} max\ y_{ij},\ jika\ j\ adalah\ atribut\ keuntungan \\ min\ y_{ij},\ jika\ j\ adalah\ atribut\ biaya \end{cases}$$

$$y_j^- = \begin{cases} min\ y_{ij},\ jika\ j\ adalah\ atribut\ keuntungan \\ max\ y_{ij},\ jika\ j\ adalah\ atribut\ biaya \end{cases}$$

Dengan ketentuan:

Atribut keuntungan merupakan atribut yang memberikan keuntungan bagi pengambil keputusan sedangkan atribut biaya yaitu atribut yang memberikan pengeluaran apabila nilainya semakin besar.

4. Menghitung jarak antara nilai alternatif (y_{ij}) dengan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif pada Persamaan 2.23 dan 2.24.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

a. Jarak solusi ideal positif

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{m}(y_i^+ - y_{ij})^2} \tag{2.25}$$

b. Jarak solusi ideal negatif

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{m}(y_{ij} - y_i^-)^2} \tag{2.26}$$

dimana $i = 1, 2, ..., n$ dan $j = 1, 2, ..., m$

y_{ij} = matriks ternormalisasi terbobot

5. Menghitung kedekatan relatif dengan solusi ideal, dimana T_i merupakan nilai preferensi dari tiap alternatif

$$T_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \tag{2.27}$$

dimana $0 < T_i < 1$

S_i^+ = jarak solusi ideal positif

S_i^- = jarak solusi ideal negatif

6. Dilakukan pengurutan nilai preferensi dari nilai tertinggi hingga terendah. Nilai preferensi tertinggi menunjukkan ranking tertinggi, begitupula sebaliknya (Arifin, 2013).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan evaluasi daerah ketahanan pangan berdasarkan kriteria yang telah ditentukan dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* (FCM) dan TOPSIS. Pada penelitian ini, jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian terapan dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian terapan atau *applied research* merupakan suatu pengembangan ataupun praktik dari penelitian dasar yang diterapkan pada kehidupan nyata. Penelitian dasar dapat diartikan sebagai penelitian yang berfungsi untuk mengembangkan teori-teori yang ada maupun untuk penemuan teori baru. Sehingga penelitian terapan berfungsi untuk mencari solusi dari suatu permasalahan dengan menggunakan hasil dari penelitian dasar dan diterapkan pada kehidupan nyata. Hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi kepentingan manusia baik individu maupun kelompok serta untuk keperluan industri maupun politik, bukan hanya sebagai wawasan ilmu (Direktorat Tenaga Kependidikan, 2008).

Sedangkan pendekatan kuantitatif yaitu dalam penelitian yang dilakukan pengumpulan data serta hasil yang didapatkan menggunakan angka. Sehingga dalam penelitian evaluasi daerah ketahanan pangan dengan menggunakan metode Fuzzy C-Means (FCM) dan TOPSIS di Kabupaten/Kota Jawa Timur menggunakan data dan hasil yang berupa angka.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.2. Sumber Penelitian

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder. Data sekunder yaitu data yang didapatkan oleh peneliti secara tidak langsung yang berasal dari pihak lain. Data yang digunakan ialah Indeks Ketahanan Pangan (IKP) yang disusun oleh Badan Ketahanan Pangan dan terdiri dari tiga kriteria dan 9 subkriteria. Data penelitian yang digunakan ialah data tahun 2018 yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS), Kementerian Pertanian dan Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.

3.3. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini digunakan variabel alternatif dan variabel kriteria. Yang dimaksud dengan variabel alternatif yaitu kumpulan objek yang secara sengaja ditetapkan oleh peneliti untuk melakukan evaluasi daerah ketahanan pangan di Jawa Timur. Sedangkan variabel kriteria dapat diartikan sebagai variabel yang digunakan untuk penentuan daerah berdasarkan tingkat ketahanan pangan sesuai dengan kriteria-kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya.

Variabel alternatif yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 29 Kabupaten dan 9 Kota yang terletak di Provinsi Jawa Timur dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 3.1 Variabel Alternatif Penelitian

No	Kabupaten/Kota	No	Kabupaten/Kota
1	Kab. Pacitan	20	Kab. Magetan
2	Kab. Ponorogo	21	Kab. Ngawi
3	Kab. Trenggalek	22	Kab. Bojonegoro
4	Kab. Tulungagung	23	Kab. Tuban

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5	Kab. Blitar	24	Kab. Lamongan
6	Kab. Kediri	25	Kab. Gresik
7	Kab. Malang	26	Kab. Bangkalan
8	Kab. Lumajang	27	Kab. Sampang
9	Kab. Jember	28	Kab. Pamekasan
10	Kab. Banyuwangi	29	Kab. Sumenep
11	Kab. Bondowoso	30	Kota Kediri
12	Kab. Situbondo	31	Kota Blitar
13	Kab. Probolinggo	32	Kota Malang
14	Kab. Pasuruan	33	Kota Probolinggo
15	Kab. Sidoarjo	34	Kota Pasuruan
16	Kab. Mojokerto	35	Kota Mojokerto
17	Kab. Jombang	36	Kota Madiun
18	Kab. Nganjuk	37	Kota Surabaya
19	Kab. Madiun	38	Kota Batu

Variabel kriteria pada penelitian ini terbagi menjadi tiga kriteria yang terdiri dari sembilan subkriteria. Kriteria-kriteria tersebut yang digunakan untuk evaluasi daerah ketahanan pangan. Kriteria yang digunakan untuk kabupaten dan kota sesuai dengan IKP yang telah ditentukan, namun terdapat sedikit perbedaan yaitu pada aspek ketersediaan pangan dengan subkriteria rasio konsumsi normatif terhadap ketersediaan bersih per kapita per hari. Aspek tersebut hanya terdapat pada penilaian kriteria kabupaten.

Penyebab adanya perbedaan tesrsebut dikarenakan ketersediaan pangan di daerah perkotaan tidak berasal dari wilayah itu sendiri, melainkan berdasarkan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

perdagangan antar wilayah. Sehingga kriteria yang digunakan untuk daerah kota adalah delapan kriteria yaitu aspek keterjangkauan pangan dan aspek pemanfaatan pangan. Variabel kriteria kabupaten ditunjukkan pada Tabel 3.2. Sedangkan variabel kriteria kota ditunjukkan pada Tabel 3.3. Pada kedua tabel tersebut ditunjukkan kriteria, subkriteria, bobot tiap subkriteria yang berasal dari badan ketahanan pangan serta sumber dari data yang diperoleh.

Tabel 3.2 Variabel Kriteria Kabupaten

Kriteria	Sub Kriteria	Bobot	Sumber
Aspek Ketersediaan Pangan	Rasio konsumsi normatif terhadap ketersedian bersih per kapita per hari	0.3	BPS dan Kementerian Pertanian
	Sub Total	0.30	
Aspek Keterjangkauan Pangan	Persentase penduduk dibawah garis kemiskinan	0.15	BPS
	Persentase rumah tangga dengan proporsi pengeluaran untuk pangan lebih dari 65 persen terhadap total pengeluaran	0.075	BPS
	Persentase rumah tangga tanpa akses listrik	0.075	BPS
	Sub Total	0.30	
Aspek	Rata-rata lama sekolah perempuan diatas 15 tahun	0.05	BPS
	Persentase rumah tangga tanpa akses air bersih	0.15	BPS

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pemanfaatan Pangan	Rasio jumlah penduduk per tenaga kesehatan terhadap tingkat kepadatan penduduk	0.05	BPS dan Dinas Kesehatan
	Presentasi balita dengan tinggi badan dibawah standar (*stunting*)	0.05	Dinas Kesehatan
	Angka harapan hidup pada saat lahir	0.10	BPS
	Sub Total	0.40	

Tabel 3.3 Variabel Kriteria Kota

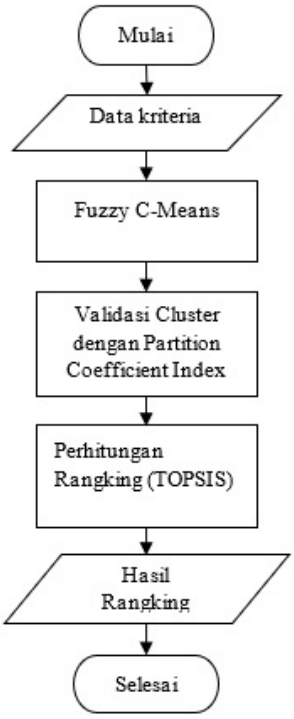
Kriteria	Sub Kriteria	Bobot	Sumber
Aspek Keterjangkauan Pangan	Persentase penduduk dibawah garis kemiskinan	0.20	BPS
	Persentase rumah tangga dengan proporsi pengeluaran untuk pangan lebih dari 65 persen terhadap total pengeluaran	0.125	BPS
	Persentase rumah tangga tanpa akses listrik	0.125	BPS
	Sub Total	0.45	
Aspek Pemanfaatan Pangan	Rata-rata lama sekolah perempuan diatas 15 tahun	0.08	BPS
	Persentase rumah tangga tanpa akses air bersih	0.18	BPS
	Rasio jumlah penduduk per tenaga kesehatan terhadap tingkat kepadatan	0.08	BPS dan Dinas Kesehatan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

	penduduk		
	Presentasi balita dengan tinggi badan dibawah standar (*stunting*)	0.08	Dinas Kesehatan
	Angka harapan hidup pada saat lahir	0.13	BPS
	Sub Total	0.55	

3.4. Tahapan Penyelesaian Penelitian

Pada penelitian ini, tahapan penyelesaian penelitian dijelaskan pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 3.1, tahapan penyelesaian penelitian dijelaskan sebagai berikut.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1. Input data kriteria kabupaten/kota yang telah disebutkan pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3. Kemudian dilakukan penyamaan persepsi apabila terjadi perbedaan. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu apabila semakin tinggi nilai data pada subkriteria, maka semakin rentan kondisi pangan di wilayah tersebut.

2. Dengan metode *Fuzzy C-Means* data kriteria dikelompokkan menjadi beberapa cluster. Pada penelitian digunakan *cluster* sebanyak 3, 4, dan 5 untuk diuji *cluster* manakah yang terbaik.

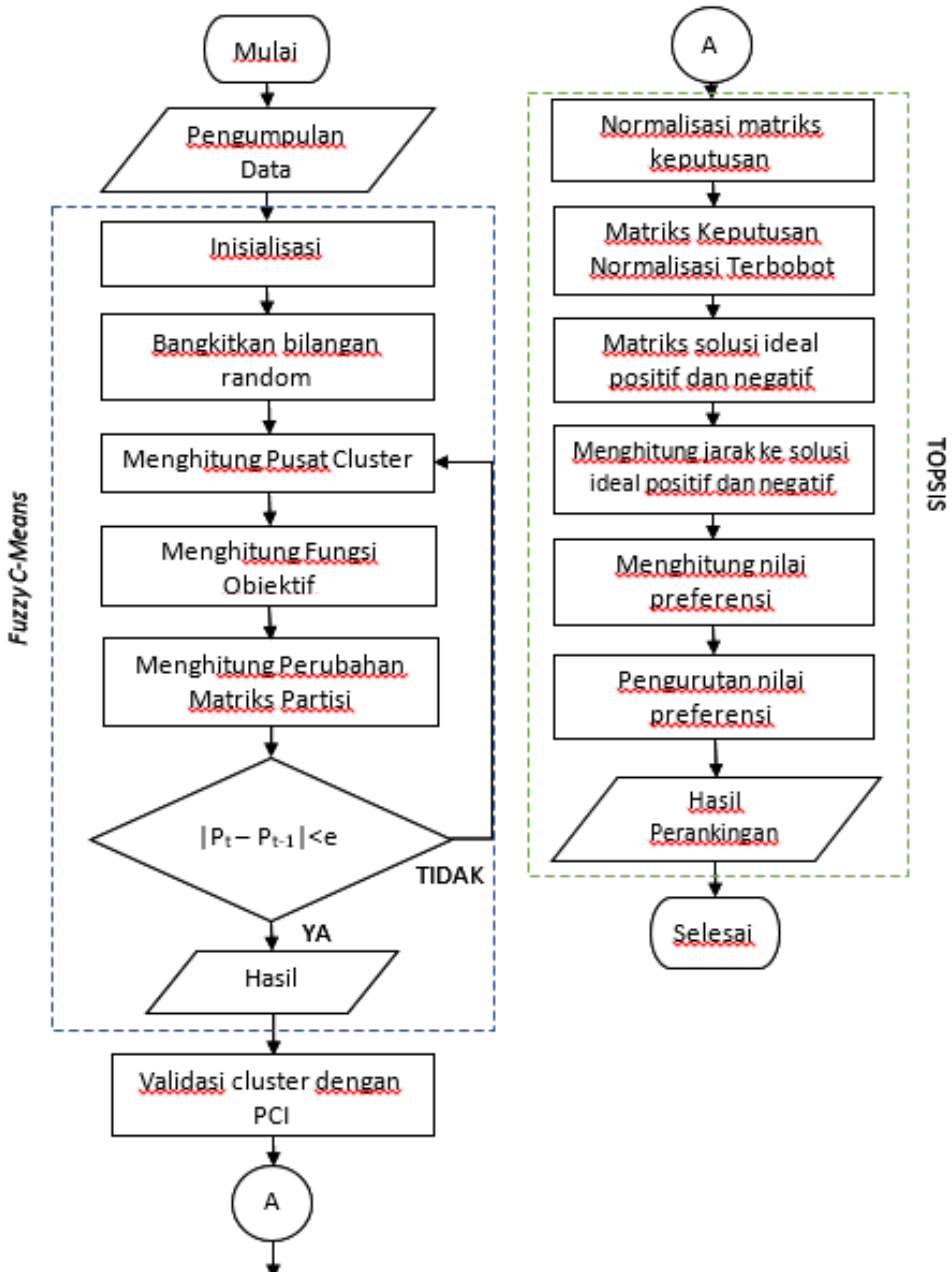
3. Langkah selanjutnya dilakukan validasi *cluster* untuk menguji hasil kualitas *cluster* terbaik. Validasi *cluster* dilakukan dengan menggunakan metode *Partition Coefficient Index* (PCI).

4. Setelah dilakukan proses validasi *cluster* dan terpilih satu *cluster* yang akan digunakan. Langkah selanjutnya yaitu proses perankingan dengan menggunakan metode TOPSIS. Proses perankingan dilakukan untuk perankingan *cluster* pada tiap kriteria, perankingan anggota *cluster* pada masing-masing *cluster* yang terdapat di tiap kriteria dan perankingan untuk keseluruhan kriteria.

5. Hasil akhir dari perankingan keseluruhan kriteria dapat digunakan untuk melihat tingkat ketahanan pangan wilayah kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur.

Adapun tahapan penyelesaian dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) dijelaskan pada Gambar 3.2 sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.2 Diagram *Fuzzy C-Means* dan TOPSIS

1. Langkah-langkah *Fuzzy C-Means* (FCM) ditunjukkan sebagai berikut:

   a. Langkah awal yang dilakukan pada proses *Fuzzy C-Means* yaitu input data awal yang akan di *cluster* sesuai dengan indikator yang digunakan pada penelitian. Kemudian dibentuk matriks X dengan ukuran n x m untuk data alternatif dan data kriteria, dimana n adalah sampel data yang merupakan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

data alternatif untuk kabupaten sebanyak 29 dan kota sebanyak 9 serta m adalah atribut.

b. Langkah selanjutnya yaitu menentukan :

1). Jumlah *cluster* (c), yaitu menentukan banyaknya *cluster* yang akan digunakan pada penelitian sesuai dengan kebutuhan.

2). Pangkat/bobot (w), yang merupakan nilai eksponen.

3). Iterasi maksimum (*MaxIter*), merupakan batas dari proses perulangan, apabila dalam proses perulangan sudah mencapai nilai iterasi maksimum maka proses perulangan atau looping akan berhenti.

4). Error terkecil (e), yaitu perulangan akan berakhir apabila nilai yang didapatkan sesuai dengan batasan dari nilai error terkecil.

5). Fungsi ojektif awal ($P_0 = 0$)

6). Iterasi awal (t = 1)

c. Membangkitkan nilai acak random yang berfungsi sebagai elemen matriks partisi awal yaitu matriks U.

d. Kemudian langkah selanjutnya yaitu menghitung pusat *cluster* ke-k, dengan menggunakan rumus sesuai dengan persamaan 2.17 yang merupakan lokasi rata-rata dari tiap *cluster*.

e. Selanjutnya menghitung fungsi objektif sebagai syarat perulangan untuk mendapatkan pusat *cluster* yang tepat. Kemudian akan diketahui suatu data cenderung masuk ke *cluster* tertentu sesuai dengan Persamaan 2.18.

f. Menghitung perubahan matriks partisi sesuai dengan Persamaan 2.19.

g. Mengecek kondisi berhenti, apabila telah memenuhi dilanjutkan dengan validasi hasil cluster sesuai dengan Persamaan 2.20.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. Langkah-langkah *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*(TOPSIS)ditunjukkan sebagai berikut:

   a. Menentukan matriks keputusan ternormalisasi (*normalized decision matrix*) yang dilakukan sesuai dengan perhitungan pada Persamaan 2.21.

   b. Menentukan matriks keputusan ternormalisasi terbobot (*weighted normalized decision matrix*) yang ditunjukkan sesuai Persamaan 2.22.

   c. Menentukan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif dengan menggunakan Persamaan 2.23.

   d. Kemudian langkah selanjutnya yaitu menghitung jarak antara nilai alternatif dengan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif menggunakan Persamaan 2.25 dan Persamaan 2.26.

   e. Selanjutnya menentukan nilai preferensi dengan menggunakan persamaan 2.27.

   f. Langkah terakhir yaitu dengan melakukan pengurutan nilai preferensi, sehingga didapatkan urutan nilai preferensi dari nilai tertinggi hingga terendah dan begitupula sebaliknya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penilaian Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Timur

Pada penelitian ini, penilaian ketahanan pangan menggunakan data yang berasal dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, Kementerian Pertanian dan Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2018. Data tersebut merupakan kriteria yang digunakan pada penilaian ketahanan pangan daerah Kabupaten dan Kota Provinsi Jawa Timur tahun 2019. Penilaian tersebut terdiri dari kriteria dan subkriteria yang telah ditentukan oleh Badan Ketahanan Pangan. Untuk penilaian ketahanan pangan kabupaten kriteria yang digunakan sebanyak tiga kriteria dan sembilan subkriteria. Sedangkan untuk penilaian ketahanan pangan kota terdapat dua kriteria dan delapan subkriteria. Berdasarkan penilaian ketahanan pangan yang dilakukan, akan dihasilkan urutan wilayah kabupaten dan kota berdasarkan tingkat ketahanan pangannya. Berdasarkan hasil penilaian tersebut dapat pemerataan pangan dapat dilakukan, dengan cara memberikan perhatian lebih pada wilayah-wilayah yang masih memiliki ketahanan pangan yang rendah atau rentan pangan.

4.2. *Clustering* dengan Metode *Fuzzy C-Means*

Metode *clustering* yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *Fuzzy C-Means*. *Clustering* dilakukan pada variabel alternatif kabupaten dan kota di Provinsi Jawa Timur sesuai dengan kriteria masing-masing. Terdapat sedikit perbedaan kriteria pada kabupaten dan kota, yaitu tidak adanya aspek ketersediaan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pangan pada variabel kota sehingga proses perhitungan dilakukan secara terpisah.

4.2.1. *Clustering* Kabupaten

Pada variabel alternatif, jumlah kabupaten yang terletak di Provinsi Jawa Timur sebanyak 29 kabupaten. Pada proses *clustering* kabupaten, terdapat kriteria dan subkriteria yang digunakan sebagai penilaian ketahanan pangan. Terdapat tiga kriteria yang digunakan yaitu aspek ketersediaan pangan, aspek keterjangkauan pangan, dan aspek pemanfaatan pangan. Sebelum dilakukan proses *clustering*, dilakukan penyamaan persepsi pada subkriteria terlebih dahulu. Perbedaan persepsi terdapat pada subkriteria rata-rata lama sekolah perempuan dan angka harapan hidup. Pada tujuh subkriteria lainnya semakin besar nilai pada subkriteria maka wilayah tersebut semakin rentan pangan. Sedangkan pada kedua subkriteria tersebut berlaku sebaliknya, yaitu semakin tinggi nilai maka wilayah tersebut semakin tahan pangan. Apabila dikaitkan dengan Persamaan 2.23 dan 2.24, maka yang termasuk pada atribut biaya yaitu subkriteria rata-rata lama sekolah perempuan dan angka harapan hidup, sedangkan yang termasuk dalam atribut keuntungan yaitu tujuh subkriteria lainnya.

Pada penelitian ini dilakukan proses penyamaan persepsi sehingga semua subkriteria termasuk dalam atribut keuntungan. Proses penyamaan persepsi telah ditunjukkan oleh Badan Ketahanan Pangan pada panduan penyusunan ketahanan pangan. Badan Ketahanan Pangan telah menyediakan form aplikasi perhitungan penyamaan persepsi sehingga data yang ingin disamakan persepsinya akan otomatis berubah, sebagai contoh untuk sub kriteria angka harapan hidup langkah yang harus dilakukan yaitu 100 dikurangi dengan nilai asli pada data angka harapan hidup.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.1 Penyamaan Persepsi

No	Kabupaten	AHH	Penyamaan Persepsi AHH
1	Pacitan	71,52	100 - 71,52 = 28,48
2	Ponorogo	72,43	27,57
3	Trenggalek	73,35	26,65
4	Tulungagung	73,34	26,26
5	Blitar	73,16	26,84
⋮	⋮	⋮	⋮
29	Sumenep	70,94	29,06

Hal ini juga berlaku untuk variabel kota, untuk keseluruhan data yang digunakan pada proses *clustering* kabupaten ditunjukkan pada Tabel 4.2 dan 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data Aspek Ketersediaan dan Keterjangkauan Pangan Kabupaten

No	Kabupaten	Aspek Ketersediaan Pangan	Aspek Keterjangkauan Pangan		
			Kemiskinan	Pengeluaran pangan	Tanpa listrik
1	Pacitan	0,39	14,19	36,4	0,44
2	Ponorogo	0,24	10,36	32,24	0,23
3	Trenggalek	0,53	12,02	36,13	0
4	Tulungagung	0,56	7,27	24,61	0,11
5	Blitar	0,62	9,72	24,21	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
29	Sumenep	0,57	20,16	51,55	0,28

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.3 Data Aspek Pemanfaatan Pangan Kabupaten

No	Kabupaten	Aspek Pemanfaatan Pangan				
		Pendidikan Perempuan	Akses air bersih	Rasio penduduk	Stunting	AHH
1	Pacitan	3,31	30,64	1,07	26,34	28,48
2	Ponorogo	3,35	19,03	0,68	30,50	27,57
3	Trenggalek	3,03	48,88	0,72	39,89	26,65
4	Tulungagung	2,3	31,13	0,47	26,17	26,26
5	Blitar	3,2	33,56	0,71	27,36	26,84
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
29	Sumenep	5,37	21,93	0,97	34,33	29,06

Pada penelitian ini dilakukan penentuan jumlah *cluster* pada variabel kabupaten, yaitu c (*cluster*) = 3, 4, dan 5. Penentuan *cluster* dilakukan pada setiap kriteria. Proses *clustering* dilakukan sesuai dengan data pada Tabel 4.2 dan 4.3 sebagai berikut.

1. **Aspek Keterjangkauan Pangan**

   Perhitungan *cluster* (c = 3) :

   a. Menentukan matriks X berukuran n x m, dimana n merupakan data sampel variabel alternatif kabupaten sebanyak 29 dan m adalah atribut pada aspek keterjangkauan pangan sebanyak 3, dengan X_{ij} merupakan data sampel ke-i atribut ke-j, dengan $i = 1, 2, 3, ..., 29$ dan $j = 1, 2, 3$. Data tersebut ditampilkan dalam bentuk matriks sebagai berikut.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$\mathbf{X_{ij}} = \begin{bmatrix} 14,19 & 36,4 & 0,44 \\ 10,36 & 32,24 & 0,23 \\ 12,02 & 36,13 & 0 \\ 7,27 & 24,61 & 0,11 \\ 9,72 & 24,21 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 14,47 & 48,62 & 0 \\ 20,16 & 51,55 & 0,28 \end{bmatrix}$$

b. Menentukan:

Cluster (c)	3
Bobot (w)	2
MaxIter	100
Error (e)	0,000001
Fungsi Objektif Awal (P_0)	0
Iterasi Awal (t)	1

c. Menentukan bilangan random (μ_{ik})

Penentuan bilangan random sesuai dengan Persamaan 2.16 dimana $i = 1, 2, 3, ..., 29$ dan $k = 1, 2, 3$ dengan menggunakan bantuan program Matlab didapatkan hasil sebagai berikut.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$\mu_{ik} = \begin{bmatrix} 0,5294 & 0,1176 & 0,3529 \\ 0,2353 & 0,5882 & 0,1765 \\ 0,35 & 0,5 & 0,15 \\ 0,0909 & 0,0909 & 0,8182 \\ 0,4375 & 0,1875 & 0,375 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0,6923 & 0,0769 & 0,2308 \\ 0,4 & 0,2 & 0,4 \end{bmatrix}$$

d. Menghitung pusat *cluster* (V_{kj})

Proses perhitungan pusat *cluster* pada $c = 3$ menggunakan Persamaan 2.17 yaitu $V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{n}((\mu_{ik})^w X_{ij})}{\sum_{i=1}^{n}(\mu_{ik})^w}$, dengan (μ_{ik}) merupakan bilangan random data ke-i kluster ke-k dan X_{ij} adalah data sampel ke-i dengan atribut ke-j, dimana:

$i = 1, 2, 3, ..., 29$

$j = 1, 2, 3$

$k = 1, 2, 3$ dan $w = 2$

Sehingga proses perhitungan pusat *cluster* dapat dituliskan sebagai berikut.

Perhitungan $(\mu_{i1})^w$

Data ke-1, *cluster* 1:

$$(\mu_{11})^2 = (0,5294)^2$$

$$= 0,2803$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Data ke-2, *cluster* 1:

$$(\mu_{21})^2 = (0,2353)^2$$
$$= 0,0554$$

Data ke-3, *cluster* 1:

$$(\mu_{31})^2 = (0,35)^2$$
$$= 0,1225$$

Dengan langkah yang sama, lakukan perhitungan untuk seluruh data variabel kabupaten. Kemudian jumlahkan untuk masing-masing *cluster*, yaitu $\sum_{i=1}^{n}(\mu_{ik})^w$.

Cluster 1:

$$\sum_{i=1}^{29}(\mu_{i,1})^2 = (\mu_{1,1})^2 + (\mu_{2,1})^2 + (\mu_{3,1})^2 + (\mu_{4,1})^2 + (\mu_{5,1})^2$$
$$+ \cdots + (\mu_{27,1})^2 + (\mu_{28,1})^2 + (\mu_{29,1})^2$$
$$= 0,2803 + 0,0554 + 0,1225 + 0,0083 + 0,1914$$
$$+ \cdots + 0,0784 + 0,4793 + 0,16$$
$$= 3,6685$$

Lakukan hal serupa untuk *cluster* 2 dan 3.

Perhitungan $(\mu_{ik})^w(X_{ij})$ untuk *Cluster* 1

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Data ke-1, atribut ke-1:

$$(\mu_{i1})^2(X_{i1}) = (0,5294)^2(14,19)$$
$$= 3,9770$$

Perhitungan untuk keseluruhan data pada *cluster* 1 ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 4.4 Perhitungan Pusat *Cluster* 1

i	$(\mu_{i1})^2(X_{i1})$	$(\mu_{i1})^2(X_{i2})$	$(\mu_{i1})^2(X_{i3})$
1	3,9770	10,2016	0,1233
2	0,5736	1,7850	0,0127
3	1,4725	4,4259	0,0000
4	0,0601	0,2033	0,0009
5	1,8605	4,6339	0,0000
6	0,3976	1,1507	0,0000
7	0,1843	0,5197	0,0000
8	3,8984	15,5820	0,0000
9	0,0998	0,4462	0,0056
10	2,8080	10,8900	0,0468
⋮	⋮	⋮	⋮
29	3,2256	8,2480	0,0448
$\sum_{i=1}^{n}((\mu_{ik})^w X_{ij})$	45,7583	141,8881	0,5368

Sesuai dengan Persamaan 2.17 yaitu $V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{n}((\mu_{ik})^w X_{ij})}{\sum_{i=1}^{n}(\mu_{ik})^w}$, perhitungan pusat *cluster* 1 ditunjukkan sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$V_{11} = \frac{\sum_{i=1}^{29}((\mu_{i1})^w X_{i1})}{\sum_{i=1}^{29}(\mu_{i1})^2}$$
$$= \frac{45,7583}{3,6685}$$
$$= 12,4734$$

$$V_{12} = \frac{\sum_{i=1}^{29}((\mu_{i1})^w X_{i2})}{\sum_{i=1}^{29}(\mu_{i1})^2}$$
$$= \frac{141,8881}{3,6685}$$
$$= 38,6776$$

Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan untuk pusat *cluster* 2 dan 3. Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

$$V = \begin{bmatrix} 12,4734 & 38,6776 & 0,1463 \\ 11,9748 & 39,6785 & 0,1837 \\ 12,1636 & 36,8975 & 0,1491 \end{bmatrix}$$

e. Menghitung fungsi objektif (P_t)

Langkah selanjutnya yaitu menghitung fungsi objektif sesuai dengan Persamaan 2.18 yaitu $P_t = \sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{c}([\sum_{j=1}^{m}(X_{ij} - V_{kj})^2](\mu_{ik})^w)$, dimana X_{ij} merupakan data awal kriteria, V_{kj} adalah pusat *cluster* ke-k, atribut ke-j dan μ_{ik} adalah bilangan random data sampel ke-i, kluster ke-k. Perhitungan fungsi objektif pada iterasi pertama ($t = 1$) ditunjukkan sebagai berikut.

Perhitungan data ke-1 *cluster* ke-1

$[\sum_{j=1}^{3}(X_{1j} - V_{1j})^2](\mu_{11})^w)$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Data ke-1, atribut ke-1:

$$(X_{11} - V_{11})^2 = (14,19 - 12,47)^2$$
$$= 2,9468$$

Data ke-1, atribut ke-2:

$$(X_{12} - V_{12})^2 = (36,4 - 38,67)^2$$
$$= 5,1875$$

Data ke-1, atribut ke-3:

$$(X_{13} - V_{13})^2 = (0,44 - 0,14)^2$$
$$= 0,0862$$

Sehingga:

$$[\sum_{j=1}^{3}(X_{1j} - V_{1j})^2](\mu_{11})^w = [(X_{11} - V_{11})^2 + (X_{12} - V_{12})^2 + (X_{13} - V_{13})^2](\mu_{11})^w$$
$$= (2,9468 + 5,1875 + 0,0862)(0,5924)^2$$
$$= 2,3039$$

Misal :

$A1$ = $[\sum_{j=1}^{3}(X_{ij} - V_{1j})^2](\mu_{i1})^w)$

$A2$ = $[\sum_{j=1}^{3}(X_{ij} - V_{2j})^2](\mu_{i2})^w)$

$A3$ = $[\sum_{j=1}^{3}(X_{ij} - V_{3j})^2](\mu_{i3})^w)$

L = $\sum_{k=1}^{3}([\sum_{j=1}^{3}(X_{ij} - V_{kj})^2](\mu_{ik})^w)$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.5 Perhitungan Fungsi Objektif

i	$A1$	$A2$	$A3$	L
1	2,3039	0,2174	0,5528	3,0741
2	2,5422	20,0464	0,7773	23,3659
3	0,8229	3,1569	0,0142	3,9940
4	1,8589	2,0591	117,1084	121,0264
5	41,5187	8,5919	23,4797	73,5903
6	1,2919	19,0459	0,6370	20,9748
7	1,6583	12,3712	17,5548	31,5842
8	3,0110	0,0634	0,8591	3,9335
9	0,4170	18,2650	0,6457	19,3277
10	33,4314	7,5630	1,1235	42,1180
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
29	35,9681	8,3176	44,5848	88,8705
			Jumlah	1805,9109

Sehingga dihasilkan fungsi objektif pada iterasi pertama (P_1) = 1805,9109

f. Menghitung perubahan matriks partisi

Selanjutnya dilakukan perhitungan perubahan matriks partisi dengan menggunakan Persamaan 2.19 yaitu $\mu_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^{m}(X_{ij}-V_{kj})^2]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^{c}[\sum_{j=1}^{m}(X_{ij}-V_{kj})^2]^{\frac{-1}{w-1}}}$, dimana X_{ij} merupakan data sampel ke-i, atribut ke-j dan V_{kj} adalah pusat *cluster* ke-k, atribut ke-j. Perhitungan ditunjukkan sebagai berikut.

Perhitungan $[\sum_{j=1}^{m}(X_{ij}-V_{kj})^2]^{\frac{-1}{w-1}}$

***Cluster* 1**

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Data ke-1, atribut ke-1

$$[(X_{11} - V_{11})^2] = (14,19 - 12,4734)^2$$
$$= 2,9468$$

Data ke-1, atribut ke-2

$$[(X_{12} - V_{12})^2] = (36,4 - 36,6776)^2$$
$$= 5,1875$$

Sehingga perhitungan untuk data ke-1 pada *cluster* 1 yaitu:

$$[\sum_{j=1}^{3}(X_{1j} - V_{1j})^2]^{\frac{-1}{2-1}} = [(X_{11} - V_{11})^2 + (X_{12} - V_{12})^2 + (X_{13} - V_{13})^2]^{-1}$$
$$= (2,9468 + 5,1875 + 0,0862)^{-1}$$
$$= 0,1216$$

Dilakukan perhitungan dengan cara yang sama pada *cluster* ke 2 dan 3 untuk perhitungan $\sum_{k=1}^{c}[\sum_{j=1}^{m}(X_{ij} - V_{kj})^2]^{\frac{-1}{w-1}}$, dengan hasil sebagai berikut:

$$\sum_{k=1}^{3}[\sum_{j=1}^{3}(X_{ij} - V_{kj})^2]^{\frac{-1}{w-1}} = [\sum_{j=1}^{3}(X_{1j} - V_{1j})^2]^{\frac{-1}{2-1}} + [\sum_{j=1}^{3}(X_{1j} - V_{2j})^2]^{\frac{-1}{2-1}}$$
$$+ [\sum_{j=1}^{3}(X_{1j} - V_{3j})^2]^{\frac{-1}{2-1}}$$
$$= 0,1216 + 0,0636 + 0,2253$$
$$= 0,4106$$

Sehingga sesuai dengan Persamaan 2.19 yaitu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$\mu_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^{m}(X_{ij}-V_{kj})^2]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^{c}[\sum_{j=1}^{m}(X_{ij}-V_{kj})^2]^{\frac{-1}{w-1}}}$ didapatkan:

$$\begin{aligned}\mu_{11} &= \frac{[\sum_{j=1}^{3}(X_{1j}-V_{1j})^2]^{\frac{-1}{2-1}}}{\sum_{k=1}^{3}[\sum_{j=1}^{3}(X_{1j}-V_{1j})^2]^{\frac{-1}{2-1}}} \\ &= \frac{0,1216}{0,4106} \\ &= 0,2963\end{aligned}$$

Hasil perhitungan keseluruhan matriks partisi baru sebagai berikut.

$$\mu_{ik} = \begin{bmatrix} 0,2963 & 0,1549 & 0,5488 \\ 0,2753 & 0,2182 & 0,5066 \\ 0,0822 & 0,0437 & 0,8740 \\ 0,3136 & 0,2831 & 0,4033 \\ 0,3138 & 0,2785 & 0,4077 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0,3463 & 0,3744 & 0,2794 \end{bmatrix}$$

g. Cek kondisi berhenti

Apabila (| P_t-$P_{(t-1)}$ | < e) atau ($t > MaxIter$) maka iterasi selesai. Sebelumnya telah ditentukan bahwa nilai fungsi objektif awal adalah 0, sehingga P_0 = 0. Perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya adalah perhitungan pada iterasi pertama (t=1) dan e = 0,000001, sehingga:

$$\begin{aligned}| P_t - P_{(t-1)} | &= | P_1 - P_{(1-1)} | \\ &= | P_1 - P_0 | \\ &= | 1805,9109 - 0 | \\ &= 1805,9109\end{aligned}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada perhitungan diatas hasil yang didapatkan yaitu $1805,9109$, dimana $1805,9109 > 0,000001$ kondisi belum terpenuhi maka t = t+1, dan dilakukan pengulangan perhitungan pusat *cluster* untuk iterasi ke-2 dengan menggunakan derajat keanggotaan baru (μ_{ik}) hingga kondisi terpenuhi. Hasil akhir pusat *cluster* dan derajat keanggotaan pada perhitungan FCM *cluster* 3 adalah sebagai berikut.

$$V = \begin{bmatrix} 11,9688 & 37,7517 & 0,1605 \\ 16,6107 & 52,5685 & 0,2109 \\ 9,8326 & 25,4141 & 0,0694 \end{bmatrix}$$

$$\mu_{ik} = \begin{bmatrix} 0,9307 & 0,0238 & 0,0455 \\ 0,5631 & 0,0410 & 0,3959 \\ 0,9696 & 0,0088 & 0,0215 \\ 0,0354 & 0,0079 & 0,9566 \\ 0,0077 & 0,0017 & 0,9906 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0,1356 & 0,8343 & 0,0301 \\ 0,0495 & 0,9344 & 0,0161 \end{bmatrix}$$

Setelah dilakukan perhitungan *clustering* dengan $c = 3$, hasil yang didapatkan berupa pusat *cluster* dan derajat keanggotaan. Hasil dari derajat keanggotaan dapat digunakan untuk mengetahui suatu daerah termasuk kedalam *cluster* 1, 2 atau 3. Hal tersebut dapat dilihat berdasarkan derajat keanggotaan tertinggi. Sebagai contoh, pada Tabel 4.6 untuk kabupaten Pacitan dapat dilihat bahwa derajat keanggotaan tertinggi terdapat pada *cluster* 1, sehingga kabupaten Pacitan merupakan anggota dari *cluster* 1. Sedangkan untuk kabupaten Tulungagung derajat keanggotaan tertinggi terdapat pada *cluster* 2, sehingga

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kabupaten Tulungagung merupakan anggota dari *cluster* 2 dan berlaku seterusnya untuk kabupaten lain.

Tabel 4.6 Hasil *Clustering* Kabupaten (c=3)

No	Kabupaten	Derajat Keanggotaan Data *Cluster* ke-			*Cluster*		
		1	2	3	1	2	3
1	Pacitan	0,9307	0,0238	0,0455	✓		
2	Ponorogo	0,5631	0,0410	0,3959	✓		
3	Trenggalek	0,9696	0,0088	0,0215	✓		
4	Tulungagung	0,0354	0,0079	0,9566			✓
5	Blitar	0,0077	0,0017	0,9906			✓
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
28	Pamekasan	0,1356	0,8343	0,0301		✓	
29	Sumenep	0,0495	0,9344	0,0161		✓	

Perhitungan juga dilakukan untuk $c = 4$ dan $c = 5$ sesuai dengan langkah diatas yaitu dimulai dari menentukan bilangan random, pusat *cluster*, fungsi objektif, perubahan matriks partisi, dan cek kondisi berhenti. Hasil akhir yang didapatkan berupa pusat *cluster* (V_{kj}) dan derajat keanggotaan (μ_{ik}) yang ditunjukkan pada Lampiran B.

2. **Aspek Pemanfaatan Pangan**

   Pada aspek pemanfaatan pangan dilakukan perhitungan *cluster* seperti yang dilakukan pada aspek ketersediaan pangan. Perhitungan dilakukan untuk $c = 3,\ 4$ dan 5 dan hasil yang didapatkan berupa pusat *cluster* dan derajat keanggotaan. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Lampiran B.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.2. Analisis Hasil *Cluster* Kabupaten

Pada penelitian ini, metode *Fuzzy C-Means* digunakan pada proses *clustering* kabupaten dan kota di provinsi Jawa Timur. Proses *clustering* dilakukan untuk setiap kriteria pada penilaian ketahanan pangan. Kriteria penilaian ketahanan pangan untuk variabel kabupaten terdiri dari 3 kriteria yaitu aspek ketersediaan, keterjangkauan, dan pemanfaatan pangan. Proses *clustering* dilakukan pada kriteria aspek keterjangkauan dan pemanfaatan pangan, sedangkan pada aspek ketersediaan pangan dilakukan proses *sorting* data, karena hanya terdapat 1 sub kriteria pada kriteria tersebut. Pada kedua aspek tersebut jumlah *cluster* yang diuji adalah 3, 4, dan 5. *Cluster* tersebut akan mengelompokkan wilayah kabupaten sesuai dengan persamaan karakteristiknya. Pada penelitian ini, wilayah kabupaten dilakukan *clustering* untuk mengetahui kelompok mana yang memiliki tingkat kerentanan pangan tertinggi hingga terendah. Hasil FCM berupa pusat *cluster* dan derajat keanggotaan. Kemudian untuk mengetahui kelompok wilayah berdasarkan tingkat ketahanan pangannya, perlu dilakukan proses perankingan *cluster* dengan menggunakan metode TOPSIS. Sebelum itu dilakukan pengujian *cluster* untuk mengetahui kualitas *cluster* terbaik.

4.2.3. Validasi *Cluster* Kabupaten

Proses *clustering* kabupaten telah dilakukan pada aspek keterjangkauan dan pemanfaatan pangan dengan c = 3, 4, dan 5. Untuk mendapatkan kualitas *cluster* terbaik perlu dilakukan uji validasi pada ketiga *cluster* tersebut. Pada penelitian ini digunakan metode *Partition Coefficient Index* (PCI) sesuai persamaan 2.20 yaitu $PCI = \frac{1}{n}(\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{c}\mu_{ik}^2)$, dimana μ_{ik} adalah derajat keanggotaan data ke-i $(i = 1, 2, ..., 29)$ *cluster* ke-k $(k = 1, 2, ..., c)$ dan $n = 29$.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada perhitungan validasi *cluster* digunakan μ_{ik} yang merupakan derajat keanggotaan baru. Perhitungan validasi untuk c = 3 pada aspek keterjangkauan pangan ditunjukkan sebagai berikut:

$$\mu_{ik} = \begin{bmatrix} 0,9307 & 0,0238 & 0,0455 \\ 0,5631 & 0,0410 & 0,3959 \\ 0,9696 & 0,0088 & 0,0215 \\ 0,0354 & 0,0079 & 0,9566 \\ 0,0077 & 0,0017 & 0,9906 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0,1356 & 0,8343 & 0,0301 \\ 0,0495 & 0,9344 & 0,0161 \end{bmatrix}$$

Pada Tabel 4.7 ditunjukkan perhitungan manual validasi *clustering* kabupaten menggunakan metode PCI dengan c = 3.

Tabel 4.7 Validasi *Clustering* Kabupaten (c = 3)

i	μ_{i1}^2	μ_{i2}^2	μ_{i3}^2	$\sum_{k=1}^{3} \mu_{ik}^2$
1	0,866140	0,000567	0,002072	0,868779
2	0,317049	0,001685	0,156724	0,475458
3	0,940134	0,000078	0,000464	0,940676
4	0,001256	0,000063	0,915127	0,916446
5	0,000059	0,000003	0,981249	0,981312
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
29	0,002450	0,873046	0,000260	0,875756
			Jumlah	22,090044

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$
\begin{aligned}
PCI &= \frac{1}{n}(\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{c}\mu_{ik}^2) \\
&= \frac{1}{29}(\sum_{i=1}^{29}\sum_{k=1}^{3}\mu_{ik}^2) \\
&= \frac{1}{29}.22,090044 \\
&= 0,7617
\end{aligned}
$$

Sehingga didapatkan hasil uji validasi untuk $c = 3$ adalah 0,7617. Untuk hasil validasi *cluster* lainnya ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Uji Validasi *Clustering* Kabupaten

Aspek Keterjangkauan Pangan		Aspek Pemanfaatan Pangan	
Cluster (c)	Hasil PCI	*Cluster* (c)	Hasil PCI
3	0,7617	3	0,6916
4	0,7058	4	0,6304
5	0,6606	5	0,6115

Kualitas *cluster* semakin baik apabila nilai PCI mendekati 1, berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa pada aspek keterjangkauan pangan untuk *cluster* 3 hasil PCI yang didapatkan adalah 0,7617, pada *cluster* 4 adalah 0,7058 dan untuk *cluster* 5 dengan nilai 0,6606. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa nilai tertinggi yang paling mendekati satu ditunjukkan oleh *cluster* 3. Sehingga pada aspek keterjangkauan pangan *cluster* yang digunakan adalah 3. Begitupula untuk aspek pemanfaatan pangan, dengan hasil tertinggi 0,6916 yang merupakan *cluster* 3.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.4. *Clustering* Kota

Selain pada variabel kabupaten, proses *clustering* juga dilakukan pada variabel kota. Terdapat 9 kota di provinsi Jawa Timur yang akan digunakan pada proses perhitungan. Kriteria yang digunakan terdiri dari aspek keterjangkauan pangan dan aspek pemanfaatan pangan, pada masing-masing kriteria tersebut terdapat subkriteria yang akan digunakan pada proses *clustering*. Langkah-langkah yang dilakukan pada *clustering* kota sama dengan proses *clustering* kabupaten. Jumlah *cluster* yang digunakan yaitu c = 3, 4, dan 5. Hasil dari *clustering* kota yang ditunjukkan pada Lampiran B selanjutnya di uji validasi untuk menentukan kualitas *cluster* terbaik. Untuk keseluruhan data ditunjukkan pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10.

Tabel 4.9 Data Aspek Keterjangkauan Pangan Kota

NO	Kota	Aspek Keterjangkauan Pangan		
		Kemiskinan	Pengeluaran pangan	Tanpa listrik
1	Kota Kediri	7,68	20,16	0
2	Kota Blitar	7,44	15,41	0
3	Kota Malang	4,1	8,05	0
4	Kota Probolinggo	7,2	6,54	0
5	Kota Pasuruan	6,77	41,49	0
6	Kota Mojokerto	5,5	14,88	0
7	Kota Madiun	4,49	10,73	0
8	Kota Surabaya	4,88	16,17	0,16
9	Kota Batu	3,89	16,42	0,41

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.10 Data Aspek Pemanfaatan Pangan Kota

NO	Kota	Aspek Pemanfaatan Pangan				
		Pendidikan Perempuan	Akses air bersih	Rasio penduduk	Stunting	AHH
1	Kota Kediri	1,11	31,22	0,0288	35,1	26,2
2	Kota Blitar	1,17	27,61	0,0303	26,5	26,64
3	Kota Malang	0,86	15,28	0,0245	23,4	27,07
4	Kota Probolinggo	2,5	16,82	0,0445	29,9	30
5	Kota Pasuruan	1,79	10,89	0,0369	34,9	28,82
6	Kota Mojokerto	0,86	19,69	0,0254	20,9	26,99
7	Kota Madiun	0,73	6,38	0,0156	29,1	27,41
8	Kota Surabaya	1,18	3,71	0,0289	28,6	26,02
9	Kota Batu	1,95	11,39	0,2020	28,3	27,63

4.2.5. Analisis Hasil *Cluster* Kota

Selain wilayah kabupaten, proses *clustering* juga dilakukan pada wilayah kota. Kriteria penilaian ketahanan pangan pada wilayah kota terdiri dari 2 kriteria yaitu aspek keterjangkauan dan pemanfaatan pangan. Perbedaan kriteria pada variabel kabupaten dan kota terdapat pada kriteria aspek ketersediaan, karena pada variabel kota tidak terdapat kriteria tersebut. Untuk pengujian *cluster* pada variabel kota juga menggunakan *cluster* 3, 4, dan 5 yang kemudian akan dipilih *cluster* terbaik. Hasil *Fuzzy C-Means* berupa pusat *cluster* dan derajat keanggotaan. *Clustering* wilayah kota dilakukan untuk mengetahui wilayah kota mana saja yang termasuk daerah dengan ketahanan pangan rendah, sedang ataupun tinggi. Namun untuk mengetahui hal tersebut diperlukan proses perankingan *cluster* untuk

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

menunjukkan tingkatan ketahanan pangan pada kelompok tersebut. Setelah proses *clustering* dengan FCM dilakukan, dilakukan uji validasi *cluster* untuk menentukan *cluster* mana yang terbaik, sehingga dapat digunakan untuk proses perhitungan selanjutnya.

4.2.6. Validasi *Cluster* Kota

Proses *clustering* kota telah dilakukan dengan menggunakan c = 3, 4, dan 5, untuk mengetahui kualitas *cluster* terbaik perlu dilakukan uji validasi untuk masing-masing *cluster*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode PCI sesuai dengan persamaan 2.20 yaitu $PCI = \frac{1}{n}(\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{c}\mu_{ik}^{2})$. Sebagai contoh dilakukan perhitungan validasi untuk $c = 3$ pada aspek keterjangkauan pangan dengan μ_{ik} yang merupakan derajat keanggotaan.

$$\mu_{ik} = \begin{bmatrix} 0,863600 & 0,103438 & 0,032962 \\ 0,929145 & 0,065610 & 0,005245 \\ 0,019878 & 0,978822 & 0,001299 \\ 0,065069 & 0,929583 & 0,005348 \\ 0,000001 & 0,000001 & 0,999998 \\ 0,939846 & 0,056750 & 0,003405 \\ 0,152104 & 0,842382 & 0,005514 \\ 0,984091 & 0,014529 & 0,001380 \\ 0,942727 & 0,051813 & 0,005460 \end{bmatrix}$$

Derajat keanggotaan tersebut (μ_{ik}) didapatkan dari hasil perhitungan *clustering* menggunakan metode *Fuzzy C-Means* yang telah dilakukan sebelumnya. Perhitungan validasi *cluster* ditunjukkan pada Tabel 4.11.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.11 Validasi *Clustering* Kota (c = 3)

i	μ_{i1}^2	μ_{i2}^2	μ_{i3}^2	$\sum_{k=1}^{3} \mu_{ik}^2$
1	0,001087	0,010699	0,745804	0,757590
2	0,000028	0,004305	0,863310	0,867642
3	0,000002	0,958093	0,000395	0,958490
4	0,000029	0,864124	0,004234	0,868387
5	0,999996	0,000000	0,000000	0,999996
6	0,000012	0,003221	0,883310	0,886542
7	0,000030	0,709607	0,023136	0,732773
8	0,000002	0,000211	0,968434	0,968647
9	0,000030	0,002685	0,888735	0,891449
			Jumlah	7,93152

$$
\begin{aligned}
PCI &= \frac{1}{n}(\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{c}\mu_{ik}^2) \\
&= \frac{1}{9}(\sum_{i=1}^{9}\sum_{k=1}^{3}\mu_{ik}^2) \\
&= \frac{1}{9}.7,93152 \\
&= 0,8813
\end{aligned}
$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut didapatkan hasil uji validasi menggunakan PCI untuk $c = 3$ pada aspek keterjangkauan pangan adalah 0,8813. Dengan langkah yang sama, dilakukan perhitungan untuk $c = 4$ dan 5. Perhitungan juga dilakukan pada aspek pemanfaatan pangan dengan $c = 3, 4$ dan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5. Hasil validasi pada *cluster* lainnya ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Uji Validasi *Clustering* Kota

Aspek Keterjangkauan Pangan		Aspek Pemanfaatan Pangan	
Cluster (c)	Hasil PCI	*Cluster* (c)	Hasil PCI
3	0,8813	3	0,7142
4	0,8427	4	0,7091
5	0,7956	5	0,7279

Kualitas *cluster* semakin baik apabila hasil PCI mendekati 1, pada Tabel 4.12 ditunjukkan bahwa *cluster* terbaik pada aspek keterjangkauan pangan adalah $c = 3$ dengan hasil validasi adalah 0,8813 dan $c = 5$ pada aspek pemanfaatan pangan dengan hasil validasi yaitu 0,7279. Sehingga kedua *cluster* tersebut yang akan digunakan selanjutnya pada proses *perankingan* dengan metode TOPSIS.

4.3. Perankingan dengan Metode TOPSIS

Setelah dilakukan proses *clustering* pada variabel kabupaten dan kota dengan hasil berupa pusat *cluster* dan derajat keanggotaan. Langkah selanjutnya ialah proses perankingan dengan metode TOPSIS. Dengan menggunakan metode TOPSIS dilakukan proses perankingan *cluster*, perankingan anggota *cluster* tiap kriteria dan perankingan keseluruhan pada data variabel kabupaten dan kota provinsi Jawa Timur.

4.3.1. Perankingan *Cluster*

Proses perankingan *cluster* dilakukan pada variabel kabupaten dan kota untuk setiap kriteria. Sebelumnya telah dilakukan proses *clustering* pada variabel kabupaten, *cluster* yang digunakan pada perhitungan TOPSIS adalah *cluster*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dengan hasil validasi tertinggi. Setelah ditentukan jumlah *cluster* yang akan digunakan, dengan metode TOPSIS *cluster* tersebut diranking untuk mendapatkan urutan dari *cluster* yang memiliki kerentanan pangan tinggi hingga *cluster* yang memiliki ketahanan pangan yang baik berdasarkan nilai preferensi.

1. **Perankingan *Cluster* Kabupaten**

   Berdasarkan hasil validasi *cluster* dengan menggunakan metode PCI, didapatkan bahwa jumlah *cluster* yang digunakan pada aspek ketersediaan dan pemanfaatan pangan adalah $c = 3$. Proses perankingan untuk *cluster* tersebut ditunjukkan sebagai berikut.

   a. **Aspek Keterjangkauan Pangan**

   Pada aspek keterjangkauan pangan, proses perhitungan manual TOPSIS ditunjukkan sebagai berikut.

   1). Menentukan matriks keputusan ternormalisasi

$$V = \begin{bmatrix} 11,9688 & 37,7517 & 0,1605 \\ 16,6107 & 52,5685 & 0,2109 \\ 9,8326 & 25,4141 & 0,0694 \end{bmatrix}$$

   Perhitungan matriks keputusan ternormalisasi sesuai dengan Persamaan 2.21 yaitu dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} r_{11} &= \frac{11,9688}{\sqrt{(11,9688)^2 + (16,6107)^2 + (9,8326)^2}} \\ &= \frac{11,9688}{\sqrt{143,2512 + 275,9137 + 96,6792}} \\ &= \frac{11,9688}{22,7122} \\ &= 0,5270 \end{aligned}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sehingga didapatkan matriks keputusan normalisasi:

$$r = \begin{bmatrix} 0,5270 & 0,5430 & 0,5859 \\ 0,7314 & 0,7560 & 0,7698 \\ 0,4329 & 0,3655 & 0,2531 \end{bmatrix}$$

2). Menentukan matriks keputusan ternormalisasi terbobot sesuai dengan Persamaan 2.22 yaitu $y_{ij} = w_j \,.\, r_{ij}$ dimana w_j merupakan bobot sub kriteria dan r_{ij} adalah matriks keputusan ternormalisasi. Sehingga dilakukan perhitungan sebagai berikut. $w = (0,15\ 0,075\ 0,075)$

$$\begin{aligned} y_{11} &= 0,15 \,.\, 0,5270 \\ &= 0,0790 \\ y12 &= 0,075 \,.\, 0,5430 \\ &= 0,0407 \\ y13 &= 0,075 \,.\, 0,5859 \\ &= 0,0439 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan matriks keputusan normalisasi terbobot:

$$y = \begin{bmatrix} 0,07905 & 0,04072 & 0,04394 \\ 0,10970 & 0,05670 & 0,05774 \\ 0,06494 & 0,02741 & 0,01898 \end{bmatrix}$$

3). Menentukan matriks solusi ideal positif (A^+) dan matriks solusi ideal negatif (A^-)

Untuk mengetahui solusi ideal positif dan negatif digunakan Persamaan 2.23, yaitu menentukan nilai maksimum dan minimum dari hasil normalisasi matriks keputusan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.13 Max Min Aspek Keterjangkauan Pangan Kabupaten

	y_{ij}		
	0,07905	0,04072	0,04394
	0,10970	0,05670	0,05774
	0,06494	0,02741	0,01898
Max	0,10970	0,05670	0,05774
Min	0,06494	0,02741	0,01898

$A^+ = 0,10970; 0,05670; 0,05774$ dan

$A^- = 0,06494; 0,02741; 0,01898$

4). Menghitung jarak antara nilai alternatif dengan solusi ideal positif dan negatif. Perhitungan dilakukan sesuai dengan Persamaan 2.25 dan 2.26 sebagai berikut.

Solusi ideal positif dan negatif data ke-1

$$S_1^+ = \sqrt{(0,10970 - 0,07905)^2 + (0,05670 - 0,04072)^2 + (0,05774 - 0,04394)^2}$$
$$= 0,0372$$

$$S_1^- = \sqrt{(0,07905 - 0,06494)^2 + (0,04072 - 0,02741)^2 + (0,04394 - 0,01898)^2}$$
$$= 0,0316$$

Tabel 4.14 Jarak Solusi Ideal Positif dan Negatif

i	S_i^+	S_i^-
1	0,0372	0,0316
2	0	0,0661
3	0,0661	0

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5). Menghitung nilai preferensi pada setiap alternatif

Perhitungan untuk menentukan nilai prefensi menggunakan persamaan 2.27. Sebagai contoh dilakukan perhitungan nilai preferensi untuk data pertama sebagai berikut.

$$T_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}$$
$$T_1 = \frac{0,0316}{0,0372 + 0,0316}$$
$$= 0,4592$$

Tabel 4.15 Nilai Preferensi Aspek Keterjangkauan Pangan Kabupaten

i	T_i	Ranking
1	0,4592	2
2	1	1
3	0	3

b. **Aspek Pemanfaatan Pangan**

Dengan langkah yang sama, proses perankingan *cluster* juga dilakukan pada aspek pemanfaatan pangan. Hasil perankingan *cluster* pada aspek ini ditunjukkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Nilai Preferensi Aspek Pemanfaatan Pangan Kabupaten

i	T_i	Ranking
1	0,9803	1
2	0,5136	2
3	0,0190	3

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. **Perankingan *Cluster* Kota**

Pada perankingan *cluster* kota, jumlah *cluster* yang digunakan berdasarkan hasil validasi yaitu $c = 3$ untuk aspek keterjangkauan pangan dan $c = 5$ untuk aspek pemanfaatan pangan

a. **Aspek Keterjangkauan Pangan**

Hasil perankingan *cluster* pada aspek keterjangkauan ditunjukkan pada Tabel 4.17. Hasil perankingan dapat ditentukan berdasarkan nilai preferensi, dengan mengurutkan dari nilai preferensi tinggi ke rendah.

Tabel 4.17 Nilai Preferensi Aspek Keterjangkauan Pangan Kota

i	T_i	Ranking
1	0,4334	2
2	0,0029	3
3	0,6405	1

b. **Aspek Pemanfaatan Pangan**

Sesuai dengan perhitungan sebelumnya, hasil perankingan *cluster* aspek pemanfaatan ditunjukkan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Nilai Preferensi Aspek Pemanfaatan Pangan Kota

i	T_i	Ranking
1	0,4384	3
2	0,3787	4
3	0,7573	1
4	0,5646	2
5	0,0647	5

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3. **Perankingan Keseluruhan *Cluster* Kabupaten dan Kota**

Hasil perankingan *cluster* untuk seluruh kriteria di wilayah kabupaten ditunjukkan pada Tabel 4.19. Pada tabel tersebut ditunjukkan urutan ranking dari masing-masing *cluster* serta menampilkan wilayah kabupaten yang termasuk dalam *cluster* tersebut.

Tabel 4.19 Hasil Perankingan *Cluster* Kabupaten

Kriteria	*Cluster*	T	Ranking	Kabupaten
Aspek Keterjangkauan Pangan	1	0,4592	2	Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Kediri, Lumajang, Jember, Pasuruan, Jombang, Madiun, Magetan, Ngawi, Bojonegoro, Tuban
	2	1	1	Bondowoso, Situbondo, Nganjuk, Probolinggo, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep
	3	0	3	Tulungagung, Blitar, Malang, Banyuwangi, Sidoarjo, Mojokerto, Lamongan, Gresik
Aspek Pemanfaatan Pangan	1	0,9803	1	Trenggalek, Jember, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Bangkalan, Pamekasan
	2	0,5136	2	Pacitan, Tulungagung, Blitar, Kediri, Lumajang, Banyuwangi, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Lamongan
	3	0,0190	3	Ponorogo, Malang, Sidoarjo, Madiun, Magetan, Ngawi, Bojonegoro, Tuban, Gresik, Sampang, Sumenep

Hasil perankingan *cluster* wilayah kota ditunjukkan pada Tabel 4.20.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.20 Hasil Perankingan *Cluster* Kota

Kriteria	*Cluster*	T	Ranking	Kota
Aspek Keterjangkauan Pangan	1	0,4334	2	Pasuruan
	2	0,0029	3	Malang, Probolinggo, Madiun
	3	0,6405	1	Kediri, Blitar, Mojokerto, Surabaya, Batu
Aspek Pemanfaatan Pangan	1	0,4384	3	Malang, Mojokerto
	2	0,3787	4	Pasuruan
	3	0,7573	1	Kediri, Blitar
	4	0,5646	2	Probolinggo, Batu
	5	0,0647	5	Madiun, Surabaya

4.3.2. Analisis Hasil Perankingan *Cluster*

Hasil perankingan *cluster* menggunakan metode TOPSIS berdasarkan nilai preferensi pada setiap *cluster*. *Cluster* yang memiliki kerentanan pangan tinggi ditunjukkan dengan nilai preferensi yang tertinggi, sebaliknya nilai preferensi terendah menunjukkan wilayah yang memiliki ketahanan pangan yang baik. Sebagai contoh pada variabel kabupaten aspek keterjangkauan pangan terdiri dari 3 *cluster*, setelah dilakukan perankingan *cluster* 1 memiliki nilai preferensi sebesar 0,4592, kemudian *cluster* 2 dengan nilai sebesar 1 dan *cluster* 3 memiliki nilai preferensi 0. Sehingga apabila diurutkan dari nilai tertinggi, didapatkan bahwa posisi ranking pertama ditempati oleh *cluster* 2 dengan nilai preferensi 1, kemudian dilanjutkan dengan *cluster* 1 dan di posisi terakhir terdapat *cluster* 3. Sehingga dapat dikatakan bahwa *cluster* 2 merupakan wilayah yang memiliki tingkat ketahanan pangan paling rentan, *cluster* 1 memiliki tingkat kerentanan sedang dan *cluster* 3 merupakan wilayah kabupaten yang memiliki ketahanan pangan paling tinggi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada variabel kota aspek keterjangkauan, berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode TOPSIS didapatkan *cluster* 1 dengan nilai preferensi 0,4334 menduduki urutan kedua, *cluster* 2 dengan nilai preferensi 0,0029 diurutan terakhir yaitu ketiga dan *cluster* 3 dengan nilai preferensi sebesar 0,6405 menduduki urutan pertama yang merupakan kelompok wilayah dengan kerentanan pangan tertingi. Begitupula untuk kriteria lainnya baik di wilayah kabupaten maupun kota.

4.3.3. Perankingan Anggota *Cluster*

Perhitungan dengan menggunakan metode TOPSIS selain digunakan untuk proses perankingan *cluster* juga digunakan untuk perankingan anggota *cluster*. Setelah didapatkan urutan *cluster* dari tingkat kerentanan pangan tinggi hingga rendah, untuk mendapatkan hasil perankingan pada suatu kriteria maka dilakukan perankingan pada anggota tiap-tiap *cluster*. Langkah yang dilakukan sama seperti pada proses perankingan *cluster*. Matriks keputusan yang digunakan merupakan data subkriteria yang tersedia pada Tabel 4.2 dan 4.3 untuk data wilayah kabupaten sedangkan untuk wilayah kota digunakan data pada Tabel 4.9 dan 4.10.

Berikut adalah perhitungan manual proses perankingan *cluster* dua di wilayah kabupaten yang terdiri dari kabupaten Bondowoso, Situbondo, Nganjuk, Probolinggo, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, dan Sumenep.

1. Menentukan matriks ternormalisasi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$x_{ij} = \begin{bmatrix} 14,39 & 52,12 & 0 \\ 11,82 & 51,53 & 0 \\ 12,11 & 47,73 & 0,42 \\ 18,71 & 51,18 & 0,21 \\ 19,59 & 53,76 & 0,56 \\ 21,21 & 70,62 & 0,23 \\ 14,47 & 48,62 & 0 \\ 20,16 & 51,55 & 0,28 \end{bmatrix}$$

Kemudian dilakukan perhitungan matriks keputusan ternormalisasi sesuai dengan persamaan 2.21.

$$\begin{aligned} r_{11} &= \frac{x_{11}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_{ij}^2}} \\ &= \frac{14,39}{\sqrt{(14,39)^2 + (11,82)^2 + (12,11)^2 + ... + (14,47)^2 + (20,16)^2}} \\ &= \frac{14,39}{\sqrt{207,0721 + 139,7124 + 146,6521 + ... + 209,3809 + 406,4256}} \\ &= \frac{14,39}{47,8446468} \\ &= 0,3005 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan matriks keputusan normalisasi:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$r_{ij} = \begin{bmatrix} 0,3005 & 0,3424 & 0 \\ 0,2468 & 0,3385 & 0 \\ 0,2529 & 0,3136 & 0,5149 \\ 0,3907 & 0,3362 & 0,2574 \\ 0,4091 & 0,3532 & 0,6865 \\ 0,4429 & 0,4640 & 0,2820 \\ 0,3022 & 0,3194 & 0,0000 \\ 0,4210 & 0,3387 & 0,3433 \end{bmatrix}$$

2. Menentukan matriks keputusan ternormalisasi terbobot sesuai dengan persamaan 2.22, $w = (0,15\ 0,075\ 0,075)$

$$\begin{aligned} y_{11} &= 0,15\ .\ 0,3005 \\ &= 0,0451 \\ y12 &= 0,075\ .\ 0,3424 \\ &= 0,0257 \\ y13 &= 0,075\ .\ 0 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan matriks keputusan normalisasi terbobot:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$y_{ij} = \begin{bmatrix} 0,0451 & 0,0257 & 0 \\ 0,0370 & 0,0254 & 0 \\ 0,0379 & 0,0235 & 0,0386 \\ 0,0586 & 0,0252 & 0,0193 \\ 0,0614 & 0,0265 & 0,0515 \\ 0,0664 & 0,0348 & 0,0211 \\ 0,0453 & 0,0240 & 0 \\ 0,0632 & 0,0254 & 0,0257 \end{bmatrix}$$

3. Menentukan matriks solusi ideal positif (A^+) dan matriks solusi ideal negatif (A^-)

Tabel 4.21 Max Min Aspek Keterjangkauan Pangan Kabupaten

	y_{ij}		
	0,0451	0,0257	0
	0,0370	0,0254	0
	0,0379	0,0235	0,0386
	0,0586	0,0252	0,0193
	0,0614	0,0265	0,0515
	0,0664	0,0348	0,0211
	0,0453	0,0240	0
	0,0632	0,0254	0,0257
Max	0,0664	0,0348	0,0515
Min	0,0370	0,0235	0

$A^+ = 0,0664; 0,0348; 0,0515$ dan $A^- = 0,0370; 0,0235; 0$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4. Menghitung jarak antara nilai alternatif dengan solusi ideal positif dan negatif. Perhitungan dilakukan sesuai dengan persamaan 2.25 dan 2.26 sebagai berikut. Solusi ideal positif dan negatif data ke-1

$$S_1^+ = \sqrt{(0,0664 - 0,0451)^2 + (0,0348 - 0,0257)^2 + (0,0515 - 0)^2}$$
$$= 0,0565$$
$$S_1^- = \sqrt{(0,0451 - 0,0370)^2 + (0,0257 - 0,0235)^2 + (0 - 0)^2}$$
$$= 0,0083$$

Tabel 4.22 Jarak Solusi Ideal Positif dan Negatif

i	S_i^+	S_i^-
1	0,0565	0,0083
2	0,06	0,0019
3	0,0332	0,0386
4	0,0345	0,0290
5	0,0097	0,0570
6	0,0303	0,0379
7	0,0567	0,0083
8	0,0276	0,0367

5. Menghitung nilai preferensi pada setiap alternatif

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Perhitungan untuk menentukan nilai prefensi menggunakan persamaan 2.27.

$$T_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}$$
$$T_1 = \frac{0,0083}{0,0565 + 0,0083}$$
$$= 0,1286$$

Hasil nilai preferensi untuk keseluruhan data ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 4.23 Nilai Preferensi Aspek Keterjangkauan Pangan Kabupaten

i	T_i	Ranking
1	0,1286	6
2	0,0302	8
3	0,5374	4
4	0,4569	5
5	0,8542	1
6	0,5557	3
7	0,1279	7
8	0,5709	2

Sebelumnya pada aspek ketersediaan pangan variabel kabupaten tidak dilakukan proses *clustering* dan TOPSIS karena hanya terdapat satu subkriteria, sehingga untuk mendapat hasil perankingan pada aspek tersebut dilakukan *sorting* data. Proses *sorting* data yang dilakukan dengan cara mengurutkan dari nilai tertinggi hingga nilai terendah pada aspek tersebut. Hasil *sorting* data ditunjukkan pada Tabel 4.24.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.24 *Sorting* Data Aspek Ketersediaan Pangan Tahun 2018

Kabupaten	Data	Kabupaten	Data
Sidoarjo	1,68	Situbondo	0,51
Pamekasan	1,08	Lumajang	0,5
Malang	0,89	Banyuwangi	0,49
Probolinggo	0,82	Jombang	0,45
Kediri	0,78	Bondowoso	0,42
Pasuruan	0,69	Pacitan	0,39
Sampang	0,66	Nganjuk	0,39
Blitar	0,62	Magetan	0,29
Gresik	0,6	Madiun	0,27
Bangkalan	0,59	Bojonegoro	0,27
Sumenep	0,57	Tuban	0,27
Tulungagung	0,56	Ponorogo	0,24
Trenggalek	0,53	Lamongan	0,21
Jember	0,52	Ngawi	0,18
Mojokerto	0,52		

Sorting data pada Tabel 4.24 menunjukkan bahwa kabupaten Sidoarjo merupakan wilayah dengan ketersediaan pangan yang paling rendah diposisi pertama yaitu 1,68, kemudian di posisi kedua yaitu kabupaten Pamekasan dan seterusnya. Sedangkan kabupaten Ngawi merupakan wilayah dengan ketersediaan pangan tinggi dengan nilai 0,18. Hasil perankingan anggota *cluster* wilayah kabupaten pada aspek lainnya ditunjukkan oleh Tabel 4.25 dan 4.26.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.25 Hasil Perankingan Anggota *Cluster* Kabupaten Aspek Keterjangkauan

Ranking *Cluster*	Kabupaten	Aspek Keterjangkauan	
		T	Ranking
1	Bangkalan	0,85419	1
	Sumenep	0,57092	2
	Sampang	0,55565	3
	Nganjuk	0,53741	4
	Probolinggo	0,45694	5
	Bondowoso	0,1286	6
	Pamekasan	0,12787	7
	Situbondo	0,03024	8
2	Ngawi	0,86365	1
	Pacitan	0,77455	2
	Jember	0,70251	3
	Bojonegoro	0,59638	4
	Ponorogo	0,36417	5
	Tuban	0,32184	6
	Madiun	0,21739	7
	Trenggalek	0,16975	8
	Kediri	0,12372	9
	Pasuruan	0,10701	10
	Lumajang	0,0885	11
	Magetan	0,06158	12
	Jombang	0,03981	13
3	Lamongan	0,94432	1
	Gresik	0,66663	2
	Banyuwangi	0,56615	3
	Tulungagung	0,48117	4
	Malang	0,38763	5
	Mojokerto	0,36269	6
	Sidoarjo	0,34242	7
	Blitar	0,33038	8

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.26 Hasil Perankingan Anggota *Cluster* Kabupaten Aspek Pemanfaatan

Ranking *Cluster*	Kabupaten	Aspek Pemanfaatan	
		T	Ranking
1	Situbondo	0,67954	1
	Jember	0,62778	2
	Trenggalek	0,56375	3
	Probolinggo	0,52193	4
	Bondowoso	0,50171	5
	Bangkalan	0,39884	6
	Pasuruan	0,36699	7
	Pamekasan	0,22488	8
2	Banyuwangi	0,72919	1
	Lumajang	0,71583	2
	Pacitan	0,65017	3
	Blitar	0,61347	4
	Kediri	0,60749	5
	Tulungagung	0,52064	6
	Nganjuk	0,51909	7
	Jombang	0,45636	8
	Mojokerto	0,39223	9
	Lamongan	0,13076	10
3	Sampang	0,88174	1
	Sumenep	0,84847	2
	Malang	0,81475	3
	Bojonegoro	0,79372	4
	Ngawi	0,78656	5
	Madiun	0,71288	6
	Ponorogo	0,68485	7
	Tuban	0,65952	8
	Magetan	0,49296	9
	Sidoarjo	0,40331	10
	Gresik	0,11644	11

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sedangkan untuk wilayah kota, hasil perankingan anggota *cluster* pada aspek keterjangkauan dan pemanfaatan pangan ditunjukkan pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Hasil Perankingan Anggota *Cluster* Kota Aspek Keterjangkauan dan Pemanfaatan

Ranking *Cluster*	Kota	Aspek Keterjangkauan	
		T	Ranking
1	Batu	0,6703	1
	Surabaya	0,3654	2
	Kediri	0,3350	3
	Blitar	0,3084	4
	Mojokerto	0,1629	5
2	Pasuruan		1
3	Probolinggo	0,6521	1
	Madiun	0,3854	2
	Malang	0,1539	3
Ranking *Cluster*	Kota	Aspek Pemanfaatan	
		T	Ranking
1	Kediri	0,9524	1
	Blitar	0,0476	2
2	Batu	0,5358	1
	Probolinggo	0,4642	2
3	Mojokerto	0,8818	1
	Malang	0,1182	2
4	Pasuruan		1
5	Madiun	0,7785	1
	Surabaya	0,2215	2

4.3.4. Analisis Hasil Perankingan Anggota *Cluster*

Langkah selanjutnya setelah perankingan *cluster* yaitu perankingan untuk tiap anggota *cluster*. Seperti langkah sebelumnya, untuk melakukan perankingan anggota *cluster* dilihat hasil nilai preferensi terbaik. Nilai tersebut menunjukkan daerah yang memiliki kerentanan pangan tinggi. Sebagai contoh pada aspek

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pemanfaatan pangan variabel kabupaten yang terdapat di Tabel 4.26, dilakukan perankingan anggota pada *cluster* 1,2 dan 3. Pada *cluster* 1 kabupaten Situbondo menduduki peringkat pertama kabupaten yang memiliki tingkat kerentanan tertingi, sedangkan kabupaten Pamekasan merupakan wilayah yang memiliki ketahanan pangan paling baik di *cluster* tersebut. Begitupula pada variabel kota aspek ketersediaan dan pemanfaatan pangan dilakukan hal serupa. Pada Tabel 4.27 *cluster* 2 hanya memiliki satu anggota sehingga tidak dilakukan proses TOPSIS.

4.3.5. Perankingan Keseluruhan

Proses perankingan dengan metode TOPSIS sebelumnya telah digunakan untuk perankingan *cluster* dan anggota *cluster*. Pada tahap ini metode TOPSIS juga digunakan untuk hasil perankingan keseluruhan kabupaten dan kota Provinsi Jawa Timur dalam tingkat ketahanan pangan. Hasil perankingan didapatkan berdasarkan nilai preferensi. Hasil perankingan untuk tiap kriteria dan perankingan keseluruhan ditunjukkan pada Tabel 4.28 dan 4.29

Tabel 4.28 Hasil Perankingan Kota Provinsi Jawa Timur

Kota	Keterjangkauan	Pemanfaatan	Ranking Keseluruhan	T
Kediri	3	1	9	0,1485
Blitar	4	2	7	0,2464
Malang	9	6	2	0,7330
Probolinggo	7	4	5	0,5223
Pasuruan	6	7	3	0,6964
Mojokerto	5	5	6	0,5
Madiun	8	8	1	0,8750
Surabaya	2	9	4	0,5840
Batu	1	3	8	0,1838

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.29 Hasil Perankingan Kabupaten Provinsi Jawa Timur

Kabupaten	Ketersediaan	Keterjangkauan	Pemanfaatan	Ranking Keseluruhan	T
Pacitan	22	10	11	18	0,4572
Ponorogo	27	13	25	3	0,7166
Trenggalek	13	16	3	24	0,3247
Tulungagung	12	25	14	13	0,5433
Blitar	8	29	12	14	0,5117
Kediri	5	17	13	21	0,4013
Malang	3	26	21	12	0,5643
Lumajang	17	19	10	16	0,4748
Jember	15	11	2	25	0,2882
Banyuwangi	18	24	9	15	0,5104
Bondowoso	20	6	5	22	0,3349
Situbondo	16	8	1	26	0,27
Probolinggo	4	5	4	29	0,1175
Pasuruan	6	18	7	23	0,3334
Sidoarjo	1	28	28	10	0,616
Mojokerto	14	27	17	9	0,6208
Jombang	19	21	16	11	0,6087
Nganjuk	21	4	15	17	0,4608
Madiun	24	15	24	5	0,7147
Magetan	23	20	27	1	0,8024
Ngawi	29	9	23	8	0,6574
Bojonegoro	26	12	22	7	0,6659
Tuban	25	14	26	2	0,7288
Lamongan	28	22	18	4	0,7159
Gresik	9	23	29	6	0,6785
Bangkalan	10	1	6	28	0,197
Sampang	7	3	19	20	0,4043
Pamekasan	2	7	8	27	0,1995
Sumenep	11	2	20	19	0,4406

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.4. Analisis Hasil Perankingan Keseluruhan

Setelah didapatkan hasil untuk perankingan *cluster* dan anggota *cluster* maka langkah selanjutnya yaitu dilakukan proses perankingan TOPSIS untuk perankingan keseluruhan. Hasil perankingan tersebut didapatkan dari hasil ranking tiap-tiap kriteria dan kemudian dilakukan proses perhitungan TOPSIS. Nilai preferensi tertinggi yang merupakan urutan pertama, menyatakan daerah yang memiliki ketahanan pangan yang tinggi. Sebaliknya, daerah dengan nilai preferensi terendah dinyatakan sebagai daerah yang memiliki tingkat ketahanan pangan rendah atau kerentanan pangan yang tinggi. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat wilayah kabupaten/kota provinsi Jawa Timur berdasarkan tingkat ketahanan pangannya.

4.4.1. Hasil Perankingan Kabupaten

Pada aspek ketersediaan pangan hanya terdapat satu kriteria yaitu rasio konsumsi normatif, oleh karena itu hanya dilakukan pengurutan berdasarkan data kriteria. Pada aspek tersebut kabupaten Sidoarjo merupakan kabupaten dengan tingkat kerentanan tertinggi yang berhubungan dengan ketersediaan pangan di wilayah tersebut, sedangkan kabupaten dengan ketersediaan pangan paling tinggi adalah kabupaten Ngawi. Aspek tersebut menunjukkan bagaimana ketersediaan pangan di suatu wilayah, apakah sudah mencukupi kebutuhan masyarakat setempat atau bahkan kekurangan bahan makanan. Berdasarkan hasil yang telah didapatkan, kabupaten Ngawi merupakan wilayah yang memiliki ketersediaan pangan tertinggi di Provinsi Jawa Timur.

Untuk kriteria kedua yaitu aspek keterjangkauan pangan, pada Tabel 4.29 kabupaten Blitar merupakan kabupaten dengan keterjangkauan pangan tertinggi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sedangkan yang terendah adalah kabupaten Bangkalan. Aspek ketersediaan pangan berhubungan dengan jumlah produksi pangan, sedangkan aspek keterjangkauan berhubungan dengan stabilitas dari ketersediaan pangan, harga serta pengelolaannya pada cadangan makanan. Menurut badan ketahanan pangan kabupaten dengan keterjangkauan pangan tertinggi pada kriteria ini ialah kabupaten Sidoarjo, sedangkan yang terendah adalah kabupaten Sampang. Namun berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, kabupaten dengan tingkat keterjangkauan tertinggi ditunjukkan oleh kabupaten Blitar, sedangkan yang terendah adalah kabupaten Bangkalan. Untuk hasil perbandingan ketahanan pangan tertinggin dan terendah berdasarkan aspek pemanfaatan dan keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Perbandingan Ketahanan Pangan Tertinggi dan Terendah Kabupaten

Ketahanan Pangan Tertinggi					
Aspek Keterjangkauan		Aspek Pemanfaatan		Keseluruhan	
Rank FCM-Topsis	Rank BKP	Rank FCM-Topsis	Rank BKP	Rank FCM-Topsis	Rank BKP
Blitar	Sidoarjo	Gresik	Gresik	Magetan	Gresik
Sidoarjo	Tulungagung	Sidoarjo	Sidoarjo	Tuban	Magetan
Mojokerto	Banyuwangi	Magetan	Lamongan	Ponorogo	Lamongan
Ketahanan Pangan Terendah					
Rank FCM-Topsis	Rank BKP	Rank FCM-Topsis	Rank BKP	Rank FCM-Topsis	Rank BKP
Sampang	Bangkalan	Trenggalek	Bondowoso	Pamekasan	Pamekasan
Sumenep	Sumenep	Jember	Jember	Bangkalan	Sampang
Bangkalan	Sampang	Situbondo	Probolinggo	Probolinggo	Probolinggo

Hasil keseluruhan perbandingan penilaian ketahanan pangan antara Badan Ketahanan Pangan dan perhitungan FCM TOPSIS untuk wilayah kabupaten dati tingkat ketahanan pangan tinggi ke rendah ditunjukkan pada Tabel 4.31.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.31 Perbandingan Ketahanan Pangan Kabupaten

	Aspek Keterjangkauan		Aspek Pemanfaatan		Keseluruhan	
Kabupaten	Rank FCM-Topsis	Rank BKP	Rank FCM-Topsis	Rank BKP	Rank FCM-Topsis	Rank BKP
Pacitan	20	19	19	16	18	15
Ponorogo	17	9	5	5	3	4
Trenggalek	14	16	27	22	24	20
Tulungagung	5	2	16	6	13	5
Blitar	1	4	18	13	14	11
Kediri	13	11	17	17	21	18
Malang	4	6	9	10	12	17
Lumajang	11	12	20	20	16	19
Jember	19	15	28	28	25	24
Banyuwangi	6	3	21	19	15	11
Bondowoso	24	25	25	27	22	25
Situbondo	22	22	29	24	26	22
Probolinggo	25	26	26	29	29	29
Pasuruan	12	13	23	21	23	21
Sidoarjo	2	1	2	2	10	9
Mojokerto	3	5	13	7	9	6
Jombang	9	8	14	11	11	8
Nganjuk	26	20	15	15	17	16
Madiun	15	17	6	9	5	7
Magetan	10	10	3	4	1	2
Ngawi	21	21	7	14	8	14
Bojonegoro	18	18	8	12	7	13
Tuban	16	23	4	8	2	12
Lamongan	8	14	12	3	4	3
Gresik	7	7	1	1	6	1
Bangkalan	29	27	24	26	28	26
Sampang	27	29	11	23	20	28
Pamekasan	23	24	22	25	27	27
Sumenep	28	28	10	18	19	23

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.4.2. Hasil Perankingan Kota

Pada perankingan kota hal yang membedakan dengan perankingan kabupaten ialah tidak adanya aspek ketersediaan pangan, sehingga hanya terdapat dua kriteria yang dilakukan pada proses perhitungan. Berdasarkan aspek keterjangkauan, posisi pertama dengan keterjangkauan pangan terendah ditunjukkan oleh kota Batu. Hal tersebut berbeda dengan penilaian oleh badan ketahanan pangan. Berdasarkan penilaian badan ketahanan pangan, kota Pasuruan merupakan kota dengan keterjangkauan pangan terendah. Sedangkan wilayah kota dengan keterjangkauan pangan tertinggi adalah kota Malang. Hal tersebut sesuai dengan penilaian badan ketahanan pangan pada kriteria keterjangkauan pangan

Untuk aspek selanjutnya yaitu aspek pemanfaatan pangan. Penilaian badan ketahanan pangan untuk kota dengan pemanfaatan pangan terendah adalah kota Probolinggo. Sedangkan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada penelitian wilayah kota dengan pemanfaatan pangan terendah adalah kota Kediri. Untuk hasil pemanfaatan pangan tertinggi, berdasarkan hasil penilaian pemerintah dan hasil perhitungan menghasilkan hasil yang sama yaitu kota Surabaya sebagai kota dengan pemanfaatan pangan tertinggi.

Selain itu juga dilakukan perhitungan perankingan keseluruhan untuk menentukan kota mana yang merupakan kota dengan ketahanan pangan tertinggi dan terendah. Berdasarkan hasil perhitungan yang ditunjukkan pada Tabel 4.28, kota yang memiliki ketahanan pangan terendah adalah kota kediri. Sedangkan menurut BKP kota Pasuruan merupakan kota dengan ketahanan pangan terendah. Untuk kota dengan ketahanan pangan tertinggi, hasil yang didapatkan dari perhitungan dan badan ketahanan pangan adalah sama, yaitu kota Madiun.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.32 Perbandingan Ketahanan Pangan Tertinggi dan Terendah Kota

Kriteria	Ketahanan Pangan	Rank FCM-Topsis	Rank BKP
Aspek Keterjangkauan	Tertinggi	Malang	Malang
	Terendah	Batu	Pasuruan
Aspek Pemanfaatan	Tertinggi	Surabaya	Surabaya
	Terendah	Kediri	Probolinggo
Keseluruhan	Tertinggi	Madiun	Madiun
	Terendah	Kediri	Pasuruan

Hasil keseluruhan perbandingan penilaian ketahanan pangan antara Badan Ketahanan Pangan dan perhitungan FCM TOPSIS untuk wilayah kota dati tingkat ketahanan pangan tinggi ke rendah ditunjukkan pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33 Perbandingan Ketahanan Pangan Kota

	Aspek Keterjangkauan		Aspek Pemanfaatan		Keseluruhan	
Kota	Rank FCM-Topsis	Rank BKP	Rank FCM-Topsis	Rank BKP	Rank FCM-Topsis	Rank BKP
Kediri	6	8	9	8	9	8
Blitar	5	7	8	6	7	6
Malang	1	1	4	3	2	2
Probolinggo	4	3	6	9	5	7
Pasuruan	8	9	3	7	3	9
Mojokerto	3	4	5	4	6	4
Madiun	2	2	2	2	1	1
Surabaya	7	5	1	1	4	3
Batu	9	6	7	5	8	5

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan hasil perhitungan penilaian ketahanan pangan kabupaten dan kota Provinsi Jawa Timur dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan TOPSIS, terdapat beberapa perbedaan dengan hasil penilaian Badan Ketahanan Pangan. Perbedaan perhitungan tersebut disebabkan oleh proses perhitungan yang berbeda. Proses perhitungan yang dilakukan oleh Badan Ketahanan Pangan dengan cara mengalikan data kriteria dengan bobot yang telah ditentukan, kemudian diurutkan untuk mengetahui hasil ranking. Sedangkan pada penelitian ini, sebelum proses perankingan dilakukan *clustering* terlebih dahulu menggunakan metode *Fuzzy C-Means*. Proses *clustering* dilakukan untuk mempertimbangkan kedekatan data. Sehingga wilayah kabupaten dan kota dapat dikelompokkan dengan memperhatikan kesamaan karakteristik. Kemudian kelompok-kelompok tersebut diranking menggunakan metode TOPSIS untuk mengetahui tingkat ketahanan pangannya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Simpulan yang dapat diambil penulis setelah menyelesaikan pembuatan skripsi ini adalah :

1. Pada penelitian ketahanan pangan daerah kabupaten/kota provinsi Jawa Timur tahun 2019 setelah dilakukan validasi *cluster* dengan menggunakan metode PCI hasil yang didapatkan yaitu pada variabel kabupaten jumlah *cluster* yang digunakan adalah 3 untuk aspek keterjangkauan dengan nilai PCI yaitu 0,7617 dan pada aspek pemanfaatan pangan juga digunakan 3 *cluster* dengan nilai PCI 0,6916. *Cluster* tersebut menyatakan kelompok wilayah kabupaten yang memiliki kerentanan pangan tinggi, sedang dan ketahanan pangan tinggi. Sedangkan untuk wilayah kota pada aspek keterjangkauan digunakan 3 *cluster* dengan nilai PCI 0,8813 dan pada aspek pemanfaatan pangan digunakan 5 *cluster* dengan nilai PCI 0,7279. *Cluster* tersebut menyatakan kelompok-kelompok wilayah berdasarkan tingkat kerentanan pangan tinggi hingga rendah.

2. Hasil *cluster* yang didapatkan dari metode *Fuzzy C-Means* digunakan pada perhitungan TOPSIS. Dengan menggunakan metode TOPSIS, didapatkan hasil perankingan *cluster*, perankingan anggota *cluster* untuk tiap kriteria, perankingan tiap kriteria dan perankingan keseluruhan. Untuk hasil dari perankingan keseluruhan kabupaten, didapatkan kabupaten dengan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ketahanan pangan tertinggi adalah kabupaten Magetan dan yang terendah adalah Probolinggo. Sedangkan untuk penilaian ketahanan pangan di wilayah kota, ketahana pangan tertinggi ditunjukkan oleh kota Madiun, sedangkan ketahanan pangan terendah atau kerentanan pangan tertinggi ditunjukkan oleh kota Kediri.

5.2. Saran

Setelah menggunakan metode FCM-TOPSIS dalam proses perankingan daerah ketahanan pangan kabupaten/kota Provinsi Jawa Timur, penulis ingin menyampaikan beberapa saran. Secara umum metode ini dapat digunakan sebagai evaluasi kinerja yang bisa diandalkan, hal tersebut ditunjukkan dengan urutan ranking yang tidak jauh berbeda dengan penetapan yang dilakukan oleh pemerintah dengan metode pengukuran lainnya terutama pada posisi ranking teratas dan terbawah. Namun meski demikian, tetap saja ada perbedaan ranking yang lumayan banyak pada posisi lainnya. Untuk penelitian selanjutnya mungkin dapat dicoba dengan menggunakan GIS untuk mengetahui peta sebaran ketahanan pangan sesuai dengan perbedaan warnanya selain itu dapat digunakan metode MCDM lainnya sepeti metode PROMETHEE dan ELECTRE.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Afriana, W. (2018). Analisis Konsumsi Rumah Tangga Studi Kasus: Penyewa dan Pemilik Rumah di DKI Jakarta. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Bisnis*, 22(3).

Aprilia, S. P., & Rosyidi, C. N. (2018). Pemilihan Supplier di JOB Pertamina Hulu Energy-Jadestone Energy (Ogan Komering) Limited Menggunakan Metode TOPSIS. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC*.

Arifin, B. (2015). *Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Pemilihan Mobil Bekas dengan Menggunakan Metode TOPSIS*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim

Arifin, D. (2013). *Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Calon Penerima Bantuan Langsung Tunai (BLT) Menggunakan Metode FCM dan TOPSIS*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Asiyah, S. (2014). *Ketahanan Pangan dalam Perspektif Al-Qur'an (Kajian Tematik)*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Azizi, F. F. N. (2014). *Implementasi Metode TOPSIS pada Sistem Pendukung Keputusan untuk Seleksi Siswa Kelas Unggulan*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

Azriful, Bujawati, E., Habibi, Aeni, S., Yusdarif. (2018). Determinan Kejadian Stunting pada Balita Usia 24-59 Bulan di Kelurahan Rangas Kecamatan Banggae Kabupaten Majene. *Al-Sihah : Public Helath Science Journal*, 10(2), 192-203.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian. (2019). *Arah Kebijakan dan Strategi BKP*. http://bkp.pertanian.go.id/blog/post/arah-kebijakan-dan-strategi-bkp

Badan Ketahanan Pangan. (2018). *Panduan Penyusunan Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan 2018*. Retrieved from http://bkp.pertanian.go.id/storage/app/media/Pusat Ketersediaan/Bidang Ketersediaan/panduan-fsva-nasional-buku-i-08032018.pdf

Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian. (2018). *Indeks Ketahanan Pangan Indonesia* 2018.http://bkp.pertanian.go.id/

Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian. (2018). *Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan* 2018. http://bkp.pertanian.go.id/

Badan Pusat Statistik. (2019). *Kemiskinan dan Ketimpangan*. https://www.bps.go.id/subject/23/kemiskinan-dan-ketimpangan.html

Bai, C., Dhavale, D., & Sarkis, J. (2014). Integrating Fuzzy C-Means and TOPSIS for performance evaluation: An application and comparative analysis. *Expert Systems with Applications*, 41(9), 4186–4196. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.12.037

Balioti, V., Tzimopoulos, C., & Evangelides, C. (2018). Multi-Criteria Decision Making Using TOPSISS Method Under Fuzzy Environment. Application in Spillway Selection. *Proceedings*, 2(637), 1–8.

Bulog. (2014). *Ketahanan Pangan*. http://www.bulog.co.id/ketahananpangan.php

Dinas Ketahanan Pangan. (2017). *Problem Ketahanan Pangan Global (Global*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Food Security). https://bulelengkab.go.id/detail/artikel/problem-ketahanan-pangan-global-global-food-security-45. Diakses pada 20 September 2019

Direktorat Tenaga Kependidikan. (2008). *Pendekatan, Jenis, dan Metode Penelitian Pendidikan*.

Efiyah, U. (2014). *Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means untuk Pengelompokan Harga Gabah di Tingkat Penggilingan Berdasarakan Kualitas Gabah*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

Faizal, A. (2018, November 5). *Setiap Tahun, 1.950 Hektare Lahan Pertanian Jatim Disulap Jadi Kantor dan Perumahan*. Kompas.com. Retrieved from regional.kompas.com/read/2018/11/05/18494571/setiap-tahun-1950-hektare-lahan-pertanian-jatim-disulap-jadi-kantor-dan

Frontier Strategy Group. (2019). *FSG-Syngenta Rice Bowl Index*. http://frontierstrategygroup.com/rice-bowl-index/

Gantina, Anggit. (2018). *Pengembangan Indeks Ketahanan Pangan dan Gizi untuk Evaluasi Kinerja Pembangunan Ketahanan Pangan dan Gizi Provinsi di Indonesia*. Intitut Pertanian Bogor.

Global Food Security Index. (2018). *Rankings and trends*. https://foodsecurityindex.eiu.com/Index

Global Hunger Index. (2019). *The Concept of the Global Hunger Index*. https://www.globalhungerindex.org/about.html

Kanalsatu. (2019, November 19). *Gubernur Khofifah: Ketahanan Pangan Jatim Mampu Topang 15 Provinsi*. Retrieved from

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

https://kanalsatu.com/id/post/54003/gubernur-khofifah—ketahanan-pangan-jatim-mampu-topang-15-provinsi

Hadi, S. (2011). *Metode Riset Evaluasi*. Yogyakarta: Lakbang Grafika.

Hasibuan, Z. (2013). *Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Calon Penerima Beasiswa Sekolah Gratis menggunakan Metode FCM dan TOPSIS*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Hendro Sunarminto, B. (Ed.). (2010). *Pertanian Terpadu Untuk Mendukung Kedaulatan Pangan Nasional*. BPFE-Yogyakarta.

Irabawati, N., Wahyuningsih, Sri., & Syoer R.R. (2016). Perbandingan Metode C-Means dan Fuzzy C-Means dalam Pengelompokkan Wilayah Desa/Kelurahan di Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal EKSPONENSIAL*, 7(1), 67-76

Kementerian Agama. (2016). Qur'an Kemenag. Retrieved July 26, 2020, from https://quran.kemenag.go.id/index.php/sura/9/60

Manuel, R. (2017). *Analisa Penentuan Skala Prioritas Obat Berdasarkan Klaster Penyakit Menggunakan Fuzzy C-Means (Studi Kasus: Kecamatan Sirimau Kota Ambon)*. Institut Teknologi Sepuluh November.

Mashfuufah, S. & Istiawan, D. (2018). Penerapan Partition Entropy Index, Partition Coefficient Index dan Xie BeniIndex untuk Penentuan Jumlah Klaster Optimal pada Algoritma Fuzzy C-Means dalam Pemetaan Tingkat Kesejahteraan Penduduk Jawa Tengah. *Proceeding of The 7th University Research Colloquium 2018*.

Maxwell, S. (1996). Food Security: A Post-Modern Perspective. *Food Policy*, 21(2), 155–170.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Miller, D.J., Nelson, C.A., Cannon, M.B., Cannon, K.P. (2009). Comparison of Fuzzy Clustering Methods and Their Applications to Geophysics Data. *Applied Computational Intelligence and Soft Computing*.

Nikmah, F. (2015). *Analisis Kerawanan Pangan di Indonesia dengan Pendekatan Structural Equation Modeling-Partial Least Square*. Institut Teknologi Sepuluh November.

Nugraha, F. W. (2017). *Perbandingan Indeks Xie Beni dan Indeks Partition Coefficient yang dikombinasikan dengan Fuzzy C-Means dan Simple Additive Weighting untuk Pemilihan Bibit Kelapa Sawit*. Universitas Gajah Mada.

Nurhemi, Soekro, S.R.I., & Suryani R, G. (2014). Pemetaan Ketahanan Pangan di Indonesia: Pendekatan TPF dan Indeks Ketahanan Pangan. *Working Paper*.

Oktariani, Deta., Andreswari, Desi., Setiawan, Yudi. (2017). Sistem Pendukung Keputusan dalam Pemetaan Prioritas Perbaikan Jalan dan Jembatan Nasional di Provinsi Bengkulu menggunakan Metode TOPSIS dan *Fuzzy C-Means*. *Jurnal Rekursif*, 5(2), 166-179.

Pieris, K. W. D. (2015). Ketahanan dan Krisis Pangan dalam Perspektif Malthus, Depedensi dan Gender (Women in Development). *Hubungan Internasional*, 8(1).

Pujayanti, A. (2011). Politik Pangan di Era Globlalisasi. *Politica*, 2(1).

Raharjo, J., Stok, R. E., & Yustina, R. (2000). Penerapan Multi-Criteria Decision Making dalam Pengambilan Keputusan Sistem Perawatan. *Jurnal Teknik Industri*, 2(1), 1–12

Rajijzadeh, A., Tavakoli, M., Hajipour, M., Rabiey-Faradonbeh, M., Salehi-Abargouei, A., Bonab, A.M.,& Nadjarzadeh, A. (2019). Food Security Status

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

of Pregnant Women in Yazd, Iran, 2014-2015. *Journal of Nutrition and Food Security*, 4(3), 152-160

Rivaldo, Rusdi. (2019). *Kombinasi Fuzzy C-Means dan TOPSIS untuk Pemilihan Beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) di Universitas Sriwijaya*. Universitas Sriwijaya

Shahroudi, K., & Tonekaboni, S. M. S. (2012). Application of TOPSIS Method to Supplier Selection in Iran Auto Supply Chan. *Journal of Global Strategic Management*, 6(2), 123–131.

Sibuea, P. (2002). *Kemiskinan, Rawan Gizi, dan "World Food Summit"*. http://perpustakaan.bappenas.go.id

Swindiarto, V. T. P., Sarno, R., & Novitasari, D. C. R. (2018). Integration of Fuzzy C-Means Clustering and TOPSIS (FCM-TOPSIS) with Silhouette Analysis for Multi Criteria Parameter Data. *Proceedings - 2018 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication: Creative Technology for Human Life, ISemantic 2018*, 463–468. https://doi.org/10.1109/ISEMANTIC.2018.8549844

Ulfah, A. N., & Uyun, S. (2015). Analisis Kinerja Algoritma Fuzzy C-Means dan K-Means pada Data Kemiskinan. *Jatisi*, 1(2), 139–148.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1996 tentang Pangan. (1996). http://hukum.unsrat.ac.id/. Diakses pada 20 September 2019.

Universitas Sebelas Maret. (2016). Darurat Kelembagaan Pangan di Indonesia. https://uns.ac.id/id/uns-berkarya/darurat-kelembagaan-pangan-di-indonesia.html

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Wahyono, A. (2015). *Klastering Siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) menggunakan Metode Fuzzy C-Means*. Institut Teknologi Sepuluh November.

Wirawan. (2012). *Teori, Model, Standar, Aplikasi, dan Profesi*. Depok: PT Raja Grafindo Persada.

Wulandari, M. (2016). *Analisis Tingkat Ketahanan Pangan terhadap Kerawanan Pangan di Kabupaten Jombang Tahun 2015*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Yunanda, M. (2009). *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Balai Pustaka.

Zaenab, D. S. SP. (2018). *Implementasi Multi Criteria Decision Making (MCDM) untuk Evaluasi Pembangunan Daerah Berkelanjutan di Jawa Timur Menggunakan Metode Fuzzy C-means dan Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

...

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id