



Autokorelasi Spasial Prevalensi Ketidakcukupan Konsumsi Pangan di Pulau Kalimantan Tahun 2024

Baharuddin^{1*}

¹ Program Studi Statistika, Fakultas MIPA, Universitas Halu Oleo, Kendari 93231, Indonesia

* Penulis Korespondensi. Email: baharuddin.mtmk@uho.ac.id

ABSTRAK

Ketahanan pangan masih menjadi tantangan serius di Indonesia, dengan disparasi yang tinggi antarkabupaten/kota, termasuk di Pulau Kalimantan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi disparitas dan pola spasial prevalensi ketidakcukupan konsumsi pangan di Pulau Kalimantan tahun 2024, menguji autokorelasi spasial, serta mengidentifikasi kluster wilayah berdasarkan karakteristik prevalensi. Metode yang digunakan adalah analisis spasial eksploratif dan inferensial, termasuk pengukuran autokorelasi spasial global dengan indeks Moran serta identifikasi kluster lokal menggunakan indikator lokal dari asosiasi spasial LISA. Hasil penelitian menunjukkan adanya autokorelasi spasial positif yang signifikan (indeks Moran global = 0,64), dengan pola kluster “Tinggi-Tinggi” terkonsentrasi di Provinsi Kalimantan Barat dan Provinsi Kalimantan Utara, serta kluster “Rendah-Rendah” di Provinsi Kalimantan Selatan. Temuan ini mengimplikasikan perlunya pendekatan kebijakan yang berbasis kluster spasial dan kontekstual untuk meningkatkan ketahanan pangan secara efektif.

Kata Kunci:

Autokorelasi Spasial; Indeks Moran; Ketahanan Pangan; Ketidakcukupan Konsumsi Pangan

ABSTRACT

Food security remains a serious challenge in Indonesia, marked by high disparities among regencies/cities, including in Kalimantan Island. This study aims to identify disparities and spatial patterns in the prevalence of food consumption inadequacy in Kalimantan Island in 2024, test for spatial autocorrelation, and identify regional clusters based on prevalence characteristics. The methods used were exploratory and inferential spatial analysis, including the measurement of global spatial autocorrelation using Moran's I and the identification of local clusters using LISA (Local Indicators of Spatial Association). The results reveal significant positive spatial autocorrelation (global Moran's $I = 0.64$), with “High-High” clusters concentrated in West Kalimantan and North Kalimantan, and “Low-Low” clusters in South Kalimantan. These findings imply the necessity for cluster-based and context-specific policy approaches to effectively enhance food security.

Keywords:

Food Security; Moran's I ; Prevalence of Undernourishment; Spatial Autocorrelation

1. Pendahuluan

Ketahanan pangan merupakan pilar fundamental dalam pembangunan nasional. Dalam konteks ini, prevalensi ketidakcukupan konsumsi pangan berfungsi sebagai indikator penting untuk mengukur kerentanan suatu wilayah [1]. Meskipun Indonesia telah mencatat kemajuan dalam produksi pangan nasional, disparitas ketahanan pangan pada tingkat regional masih menjadi tantangan besar yang memerlukan perhatian lebih

[2]. Sebagai wilayah dengan karakteristik geografis dan demografis yang beragam, Pulau Kalimantan menghadapi kompleksitas tersendiri dalam menjamin akses pangan yang merata bagi seluruh penduduknya.

Bukti empiris menunjukkan terjadinya disparitas ketahanan pangan yang mencolok antarkabupaten/kota di Pulau Kalimantan. Data Badan Pusat Statistik mengungkapkan rentang prevalensi ketidakcukupan konsumsi pangan tahun 2024 yang cukup lebar, dari 2,17% di Kabupaten Tanah Bumbu hingga 20,28% di Kabupaten Melawi [3]. Hal ini menyiratkan masalah yang tidak tersebar secara acak namun terkonsentrasi di wilayah tertentu. Pola sebaran yang tidak merata ini menimbulkan permasalahan inti: bahwa pendekatan kebijakan yang seragam untuk semua wilayah diduga menjadi kurang efektif, karena akar permasalahannya mungkin memiliki dimensi spasial yang kuat. Fenomena di mana suatu wilayah berkaitan dengan kondisi wilayah tetangganya, dikenal sebagai autokorelasi spasial, perlu dibuktikan dan diukur secara empiris [4].

Sebagai solusi untuk mengatasi kompleksitas permasalahan ini, pendekatan analisis spasial dinilai lebih tepat dibandingkan analisis statistik konvensional. Analisis spasial mampu mengungkap pola, kluster, dan ketergantungan spasial. Statistik indeks Moran global dan lokal telah terbukti secara luas dalam mengidentifikasi autokorelasi spasial serta memetakan kluster wilayah dengan karakteristik serupa, seperti yang diterapkan dalam studi ketahanan pangan di berbagai wilayah [5-7].

Kajian sebelumnya menunjukkan bahwa penelitian berbasis spasial kian berkembang. Studi oleh Baharuddin *et al.* (2025) mengidentifikasi kluster tingkat kemiskinan di Pulau Sulawesi dengan pendekatan spasial [8]. Sementara itu, penelitian Girma *et al.* (2025) berhasil memetakan autokorelasi spasial stunting di Afrika Sub-Sahara [9]. Namun, belum banyak studi yang secara khusus mengaplikasikan analisis autokorelasi spasial global dan lokal untuk memetakan disparitas ketidakcukupan konsumsi pangan di Pulau Kalimantan dengan data tahun 2024. Kebaruan artikel ini terletak pada fokus temporal yang mutakhir dan pendalaman identifikasi pola kluster serta pencilaan spasial di pulau yang memiliki dinamika pembangunan dan tantangan geografis yang khas.

Tujuan penulisan artikel ini adalah: (1) Mengidentifikasi dan memetakan disparitas dalam prevalensi ketidakcukupan konsumsi pangan antarkabupaten/kota di Pulau Kalimantan tahun 2024; (2) Menguji adanya autokorelasi spasial dalam data prevalensi ketidakcukupan konsumsi pangan di Pulau Kalimantan; dan (3) Mengidentifikasi pola kluster spasial, khususnya wilayah dengan kluster “Tinggi-Tinggi” dan “Rendah-Rendah”.

2. Metode atau Model

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis spasial untuk mengidentifikasi pola sebaran dan autokorelasi spasial prevalensi ketidakcukupan konsumsi pangan di Pulau Kalimantan tahun 2024. Metode yang diterapkan meliputi beberapa tahapan analisis spasial eksploratif dan inferensial, dengan fokus pada pengukuran autokorelasi spasial global dan identifikasi kluster lokal.

Data yang digunakan adalah data sekunder prevalensi ketidakcukupan konsumsi pangan tahun 2024 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) [3]. Data mencakup 56 kabupaten/kota di Pulau Kalimantan. Setiap observasi dilengkapi dengan informasi koordinat geografis (lintang dan bujur) yang digunakan untuk analisis spasial.

Proses analisis diawali dengan tahap eksplorasi spasial, yakni membuat visualisasi peta koroplet berdasarkan nilai prevalensi. Peta koroplet ini kemudian ditransformasi menjadi peta tematik yang berfungsi sebagai alat bantu visual untuk mendeskripsikan sebaran spasial awal variabel penelitian.

Matriks pembobot spasial **W** dibangun menggunakan pendekatan k-tetangga terdekat dengan nilai k=4, yang berarti setiap kabupaten/kota dihubungkan dengan empat wilayah tetangga terdekatnya. Pemilihan nilai k=4 ini didasarkan pada pertimbangan kestabilan struktural graf ketetanggaan, kesesuaian dengan konteks geografis Pulau Kalimantan, serta optimalisasi dalam mendeteksi adanya autokorelasi spasial. Secara matematis, nilai k mempengaruhi matriks **W** yang digunakan dalam perhitungan indeks Moran pada Persamaan (1). Selanjutnya, pembobotan dilakukan berdasarkan prinsip invers jarak [8] dengan fungsi $w_{ij} = 1/d_{ij}$, di mana d_{ij} adalah jarak Euclidean antara pusat wilayah i dan j . Matriks pembobot kemudian distandarisasi menggunakan skema standarisasi baris agar total bobot setiap baris bernilai satu.

Autokorelasi spasial global diukur menggunakan indeks Moran dengan rumus:

$$I = \frac{N}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

dengan N adalah banyaknya kabupaten/kota, x_i adalah nilai prevalensi pada wilayah ke- i , x_j adalah nilai prevalensi pada wilayah ke- j , \bar{x} adalah rata-rata nilai prevalensi, dan w_{ij} adalah unsur matriks pembobot spasial **W** yang menyatakan bobot wilayah ke- j terhadap wilayah ke- i [4]. Signifikansi statistik diuji memakai uji Z dengan $\alpha = 0,05$.

Untuk mengidentifikasi pola kluster dan penciran spasial, digunakan indeks LISA [4] dengan menghitung indeks Moran lokal. Hasil penghitungan indeks ini divisualisasikan ke dalam diagram tebar Moran. Peta kluster LISA konvensional ini menempatkan suatu kabupaten/kota ke dalam empat kuadran: Kuadran 1 “Tinggi-Tinggi” adalah wilayah dengan nilai prevalensi tinggi dikelilingi wilayah bernilai tinggi; Kuadran 2 “Rendah-Tinggi” adalah wilayah dengan nilai prevalensi rendah dikelilingi wilayah bernilai tinggi; Kuadran 3 “Rendah-Rendah” adalah wilayah dengan nilai prevalensi rendah dikelilingi wilayah bernilai rendah; Kuadran 4 “Tinggi-Rendah” adalah wilayah dengan nilai prevalensi tinggi dikelilingi wilayah bernilai rendah. Signifikansi kluster diuji dengan nilai $p < 0,05$.

Hasil kluster LISA melalui diagram koordinat selanjutnya divisualisasikan dalam peta koroplet indeks Moran lokal. Peta ini memperjelas posisi relatif prevalensi ketidakcukupan konsumsi pangan tiap kabupaten/kota, sekaligus menggambarkan implikasi geografis dari kluster yang terbentuk.

3. Hasil dan Pembahasan

Data prevalensi ketidakcukupan konsumsi pangan di Pulau Kalimantan tahun 2024 mengungkapkan disparitas yang mencolok antarwilayah administrasi. Rentang nilai prevalensi cukup lebar, berkisar dari 2,17% di Kabupaten Tanah Bumbu sampai dengan 20,28% di Kabupaten Melawi (Tabel 1). Hal ini mengindikasikan bahwa keragaman ketahanan pangan di pulau tersebut cukup besar.

Tabel 1. Kabupaten/kota dengan prevalensi tertinggi (kiri) dan terendah (kanan)

No Kabupaten	Prevalensi (%)	No Kabupaten	Prevalensi (%)
--------------	----------------	--------------	----------------

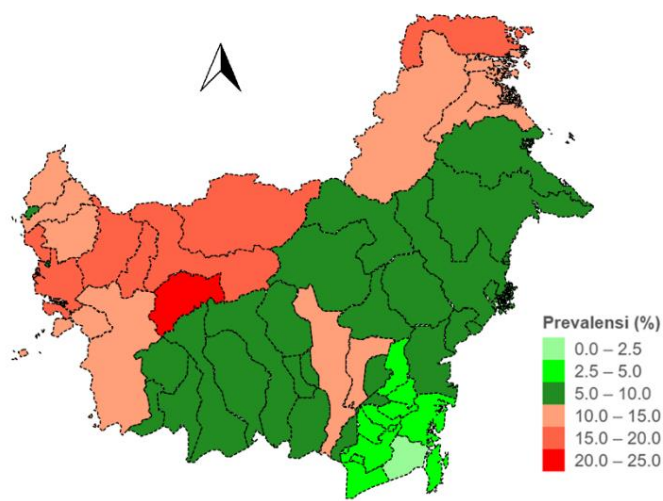
Kota Tarakan), serta kantong-kantong pedalaman di Kalimantan Tengah seperti Kabupaten Kapuas.

Temuan spasial ini merefleksikan kompleksitas tantangan dalam sistem pangan. Kawasan perbatasan dan pedalaman tersebut secara historis terkendala oleh faktor geografis yang berdampak pada aksesibilitas terbatas terhadap pasar pangan, infrastruktur distribusi yang belum memadai, dan keterbatasan akses terhadap layanan pendukung seperti permodalan dan teknologi pertanian. Isolasi geografis ini menghambat distribusi pangan yang merata dan membatasi akses masyarakat terhadap pangan yang beragam dan bergizi, sehingga menciptakan kerentanan pangan yang berkepanjangan.

Di sisi lain, pola sebaran yang berlawanan ditunjukkan oleh wilayah selatan dan tenggara Pulau Kalimantan, yang pada peta koroplek (Gambar 1) didominasi oleh warna hijau muda hingga hijau tua, mengindikasikan tingkat ketidakcukupan konsumsi pangan yang lebih rendah. Pola ini memiliki korelasi yang erat dengan lokasi pusat-pusat pertumbuhan ekonomi dan aglomerasi industri. Kota-kota utama seperti Kota Banjarmasin, Balikpapan, dan Samarinda, beserta wilayah penyangganya, berfungsi sebagai simpul distribusi dan konsumsi pangan regional.

3.1 Pengukuran Autokorelasi Spasial dengan Indeks Moran Global

Analisis statistik spasial dengan indeks Moran global dilakukan untuk mengukur derajat keterkaitan spasial dari sebaran ketidakcukupan konsumsi pangan. Visualisasi awal melalui peta tematik prevalensi pada Gambar 2 menunjukkan pola sebaran yang tidak acak di Pulau Kalimantan tahun 2024. Teramati adanya konsentrasi wilayah dengan nilai prevalensi tinggi, yang ditandai dengan gradasi warna oranye hingga merah, saling berdekatan. Sebaliknya, wilayah dengan prevalensi rendah (warna hijau) juga menunjukkan pola pengelompokan tersendiri. Pola spasial ini mengindikasikan kemungkinan kuat adanya autokorelasi spasial positif, di mana nilai suatu wilayah cenderung berkorelasi dengan nilai wilayah sekitarnya. Fenomena pengelompokan inilah yang memerlukan verifikasi lebih lanjut melalui pengukuran statistik spasial untuk menentukan signifikansi dan kekuatan pola tersebut.



Gambar 2. Peta tematik prevalensi ketidakcukupan konsumsi pangan di Pulau Kalimantan tahun 2024

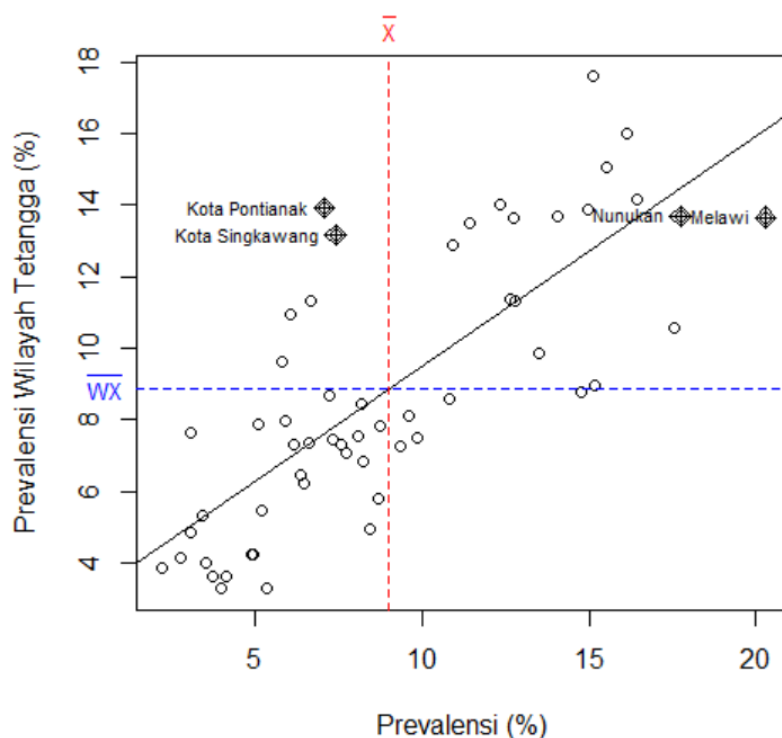
Konstruksi matriks pembobot spasial diawali dengan pendefinisian hubungan ketetanggaan antarwilayah menggunakan pendekatan k-tetangga terdekat dengan $k=4$. Dalam konfigurasi ini, setiap kabupaten/kota terhubung dengan empat kabupaten/kota terdekatnya, menghasilkan 224 hubungan ketetanggaan dari total 56 kabupaten/kota yang dianalisis. Setiap kabupaten/kota memiliki empat tetangga [4], membentuk struktur hubungan spasial yang padat. Struktur ketetanggaan ini menjadi kerangka dasar untuk membangun matriks pembobot yang merepresentasikan intensitas hubungan spasial antar-unit analisis.

Setelah struktur ketetanggaan ditetapkan, pembobotan diterapkan berdasarkan prinsip invers jarak. Pendekatan ini berlandaskan pada hukum geografi pertama Tobler yang menyatakan bahwa objek yang berdekatan memiliki keterkaitan lebih besar dibandingkan dengan yang berjauhan. Bobot spasial dihitung menggunakan fungsi $1/d$, di mana d merepresentasikan jarak Euclidean antara dua kabupaten/kota [8]. Nilai bobot yang dihasilkan kemudian distandarisasi menggunakan skema pembobotan standarisasi baris, sehingga total bobot untuk setiap kabupaten/kota bernilai satu. Standarisasi ini memastikan komparabilitas dan stabilitas dalam analisis statistik spasial berikutnya.

Hasil perhitungan indeks Moran global menghasilkan nilai sebesar 0,64, yang secara signifikan lebih tinggi dari nilai ekspektasi sebesar -0,02. Nilai statistik uji sebesar 7,29 dengan nilai $p = 0,00$ mengonfirmasi signifikansi statistik yang sangat kuat ($\alpha = 0,05$). Temuan ini secara tegas menolak hipotesis nol tentang tidak adanya autokorelasi spasial, dan membuktikan keberadaan pola pengelompokan yang signifikan dalam sebaran prevalensi ketidakcukupan konsumsi pangan di Pulau Kalimantan. Interpretasi substantif menunjukkan bahwa kabupaten/kota dengan prevalensi tinggi cenderung dikelilingi oleh wilayah dengan karakteristik serupa, demikian sebaliknya, membentuk pola spasial yang homogen dan terkonsentrasi. Temuan ini sejalan dengan penelitian Amir-ud-Din *et al.* [10] dan Habtewold dan Arero [11] yang juga menemukan pola pengelompokan spasial pada status gizi balita di berbagai wilayah.

3.2 *Klaster Ketidakcukupan Konsumsi Pangan Berdasarkan Indeks Moran Lokal*

Ketidakcukupan konsumsi pangan di Pulau Kalimantan menunjukkan disparitas yang kompleks. Oleh karena itu, pendekatan analisis spasial secara lokal diperlukan untuk mengungkap pola keruangan yang tidak terlihat melalui analisis autokorelasi spasial global. Diagram tebar Moran (Gambar 3) memetakan hubungan antara nilai prevalensi suatu kabupaten/kota dengan rata-rata tertimbang nilai prevalensi wilayah tetangganya. Garis regresi dengan kemiringan positif sebesar 0,64 mengonfirmasi adanya autokorelasi spasial positif yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah dengan nilai serupa cenderung berkumpul secara geografis.



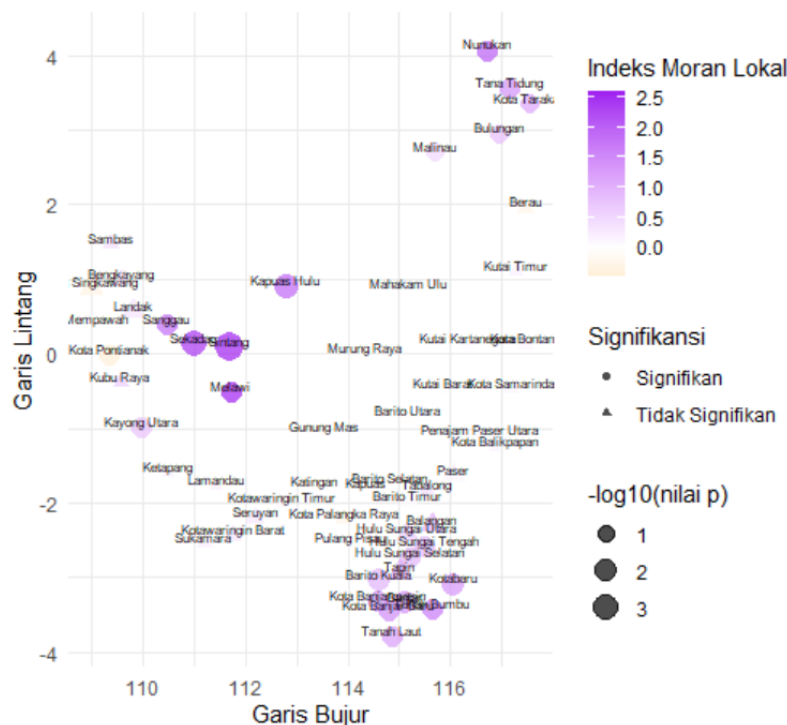
Gambar 3. Diagram tebar Moran pada prevalensi ketidakcukupan konsumsi pangan di Pulau Kalimantan tahun 2024

Analisis kuadran dalam diagram tebar Moran pada Gambar 3 mengungkap pola kluster yang sistematis. Kluster “Tinggi-Tinggi” didominasi oleh kabupaten di Provinsi Kalimantan Barat dan Kalimantan Utara, seperti Kabupaten Nunukan, Melawi, dan Sekadau. Wilayah-wilayah ini tidak hanya memiliki prevalensi tinggi, tetapi juga dikelilingi oleh wilayah dengan kondisi serupa. Sebaliknya, kluster “Rendah-Rendah” terkonsentrasi di Provinsi Kalimantan Selatan, meliputi Kabupaten Kotabaru, Tanah Bumbu, dan Banjar, yang membentuk wilayah dengan status gizi lebih baik. Pola ini mencerminkan disparitas regional yang dalam dan mengindikasikan determinan masalah gizi yang bersifat struktural serta memiliki dimensi geografis yang jelas.

Temuan dari diagram tebar Moran diperkuat oleh analisis indeks Moran lokal (Gambar 4), yang mengidentifikasi 20 dari 56 kabupaten/kota yang signifikan secara statistik. Analisis ini memberikan identifikasi yang lebih rinci dengan mempertegas keanggotaan wilayah dalam kluster “Tinggi-Tinggi” (seperti Kabupaten Sintang dan Kapuas Hulu) dan “Rendah-Rendah” (seperti Kota Banjarmasin). Selain itu, teridentifikasi pula pola pencilan spasial; misalnya, Kota Pontianak dan Kota Singkawang dikategorikan sebagai “Rendah-Tinggi”.

Kedua kota tersebut merupakan pusat aktivitas ekonomi, pemerintahan, dan layanan sosial di Provinsi Kalimantan Barat. Sebagai ibu kota provinsi, Kota Pontianak memiliki akses yang lebih baik terhadap infrastruktur distribusi pangan, fasilitas kesehatan lengkap, serta program bantuan pangan yang terintegrasi. Sementara Kota Singkawang, dengan karakteristik masyarakat multietnis dan aktivitas perdagangan yang tinggi, diduga memiliki keragaman pangan yang lebih baik serta mekanisme gotong royong sosial yang mendukung ketahanan pangan keluarga. Keduanya mungkin juga mendapat alokasi anggaran kesehatan dan ketahanan pangan yang lebih besar

dibandingkan kabupaten di sekitarnya, sehingga mampu mempertahankan prevalensi ketidakcukupan konsumsi pangan yang rendah meski berada di klaster wilayah dengan kerawanan tinggi.



Gambar 4. Peta koroplet indeks Moran lokal dari prevalensi ketidakcukupan konsumsi pangan

Hasil klasifikasi berdasarkan tiga metode (mean, median, dan PySAL) menunjukkan konsistensi yang tinggi dalam mengidentifikasi pola spasial untuk sebagian besar wilayah. Namun, perbedaan klasifikasi pada beberapa kasus, seperti Kabupaten Mempawah, mengindikasikan sensitivitas metode dalam menangani batas-batas klaster. Hal ini menggarisbawahi pentingnya interpretasi yang hati-hati untuk wilayah-wilayah yang berada di perbatasan kuadran.

Keberadaan pencilan spasial memberikan wawasan penting tentang kompleksitas lokal. Wilayah dengan pola “Rendah-Tinggi” menunjukkan kemampuan mempertahankan status gizi yang baik meskipun dikelilingi wilayah dengan prevalensi tinggi, yang mungkin mengindikasikan adanya faktor protektif lokal. Sebaliknya, wilayah “Tinggi-Rendah” mengalami beban gizi yang lebih berat dibandingkan tetangganya, yang dapat disebabkan oleh faktor geografis, historis, atau administratif yang unik.

Visualisasi melalui peta koroplet indeks Moran lokal pada Gambar 4 memperjelas konsentrasi geografis dari pola-pola tersebut. Klaster “Tinggi-Tinggi” terpusat di Provinsi Kalimantan Barat dan Kalimantan Utara, sedangkan klaster “Rendah-Rendah” terkonsentrasi di Provinsi Kalimantan Selatan. Pencilan spasial seperti Kota Pontianak dan Kota Singkawang (“Rendah-Tinggi”) serta beberapa kabupaten dengan pola “Tinggi-Rendah” di Provinsi Kalimantan Tengah juga teridentifikasi secara visual, menegaskan pentingnya konteks geografis-spasial.

Temuan ini menyoroti urgensi pendekatan penanganan yang berbasis klaster spasial. Di wilayah klaster “Tinggi-Tinggi”, intervensi harus difokuskan pada paket kebijakan

komprehensif yang menggabungkan intervensi gizi spesifik dengan intervensi sensitif seperti akses air bersih dan ketahanan pangan. Sementara itu, klaster “Rendah-Rendah” dapat difungsikan sebagai model pembelajaran untuk mendiseminasi praktik baik. Untuk wilayah pencilaan spasial, diperlukan pendekatan kebijakan yang lebih tersektoral dan kontekstual, dengan mempelajari faktor protektif pada wilayah “Rendah-Tinggi” dan mengatasi penghambat spesifik pada wilayah “Tinggi-Rendah”.

4. Kesimpulan

Sebaran prevalensi ketidakcukupan konsumsi pangan di Pulau Kalimantan tahun 2024 menunjukkan disparitas yang mencolok dan pola spasial yang signifikan. Keberadaan autokorelasi spasial positif (indeks Moran global = 0,64) membuktikan bahwa nilai prevalensi pada suatu kabupaten/kota cenderung mirip dengan nilai pada kabupaten/kota tetangganya, sehingga membentuk pola klaster yang jelas. Analisis autokorelasi spasial secara lokal semakin mempertegas pola ini dengan mengidentifikasi klaster “Tinggi-Tinggi” di bagian barat dan utara pulau serta klaster “Rendah-Rendah” di bagian selatan dan tenggara.

Referensi

- [1] FAO, *The State of Food Security and Nutrition in the World 2025*. Rome: Food and Agriculture Organization, 2025.
- [2] Badan Pangan Nasional, *Rencana Aksi Badan Pangan Nasional Tahun 2025*. Jakarta: Badan Pangan Nasional, 2025.
- [3] Badan Pusat Statistik, “Prevalensi Ketidakcukupan Konsumsi Pangan (Persen) Per Kabupaten/Kota 2024,” 2025. [Online]. Available: bps.go.id/id/statistics-table/2/MjI2OSMy/prevalensi-ketidakcukupan-konsumsi-pangan--persen--per-kabupaten-kota.html [Accessed: 25-Jul-2025].
- [4] Baharuddin, I. Yahya, and M. Ihwal, “Otokorelasi Spasial pada Prevalensi Balita Stunting, Wasting, Underweight, dan Overweight di Pulau Sulawesi Tahun 2022,” *Journal of Mathematics, Computation and Statistics*, vol. 7, no. 2, pp. 472-482, 2024, doi: <https://doi.org/10.35580/jmathcos.v7i2.2408>.
- [5] A. Nambiar, S. B. Agnihotri, A. Singh, and D. Arunachalam, “Region Matters: Mapping the Contours of Undernourishment among Children in Odisha, India,” *PLoS ONE*, vol. 17, no. 6, p. e0268600, 2022, doi: [10.1371/journal.pone.0268600](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268600).
- [6] V. N. Maniragaba, L. K. Atuhaire, and P. C. Rutayisire, “Undernutrition among the Children below Five Years of Age in Uganda: A Spatial Analysis Approach,” *BMC Public Health*, vol. 23, p. 390, 2023, doi: [10.1186/s12889-023-15214-9](https://doi.org/10.1186/s12889-023-15214-9).
- [7] M. M. Ayalew, Z. G. Dessie, A. A. Mitiku, and T. Zewotir, “Exploring the Spatial and Spatiotemporal Patterns of Severe Food Insecurity across Africa (2015-2021),” *Scientific Reports*, vol. 14, p. 29846, 2024, doi: [10.1038/s41598-024-78616-8](https://doi.org/10.1038/s41598-024-78616-8).
- [8] Baharuddin, Agusrawati, and L. Laome, “Pemodelan Regresi Spasial pada Tingkat Kemiskinan di Pulau Sulawesi,” *ESTIMASI: Journal of Statistics and Its Application*, vol. 6, no. 1, pp. 89-100, 2025, doi: [10.20956/ejsa.v6i1.40494](https://doi.org/10.20956/ejsa.v6i1.40494).
- [9] B. Girma, L. D. Sasahu, and A. Rahman, “Spatial Distribution of Stunting among

- Breast Feeding Children in Sub-Sahara Africa," *PLoS ONE*, vol. 20, no. 6, p. e0325812, 2025, doi: 10.1371/journal.pone.0325812.
- [10] R. Amir-ud-Din, S. Fawad, L. Naz, S. Zafar, R. Kumar, and S. Pongpanich, "Nutritional Inequalities among Under-Five Children: A Geospatial Analysis of Hotspots and Cold Spots in 73 Low- and Middle-Income Countries," *International Journal for Equity in Health*, vol. 21, p. 135, 2022, doi: 10.1186/s12939-022-01733-1.
- [11] F. G. Habtewold and B. G. Arero, "Modeling and Mapping Under-Nutrition among Under-Five Children in Ethiopia: A Bayesian Spatial Analysis," *Frontiers in Public Health*, vol. 13, p. 1553908, 2025, doi: 10.3389/fpubh.2025.1553908.