

IDENTIFIKASI POLA SPASIAL KETAHANAN PANGAN DI PULAU KALIMANTAN MENGGUNAKAN INDEKS MORAN

Felicia Joy Rotua Tamba¹, Rinda Febriana¹, Hilma Rahmadhani¹, Ainun
Pakaya¹, Lira Akta Prensia¹, Zahwa Putri Dio¹, Hezron Tangdigau¹,
Fazadhia Azka Fadhillah¹, Ilhami Purnama Saputra¹, Yesika Febby Yulian¹,
Meirinda Fauziyah^{1*}

¹Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Mulawarman, Indonesia

**Corresponding author: meirindafauziyah@fmipa.unmul.ac.id*

Abstrak. Ketahanan pangan merupakan isu strategis dalam pembangunan nasional, terutama bagi wilayah-wilayah yang memiliki keragaman geografis dan infrastruktur seperti Pulau Kalimantan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola spasial Indeks Ketahanan Pangan (IKP) di Kabupaten/Kota se-Kalimantan tahun 2024 menggunakan pendekatan statistik spasial melalui perhitungan Indeks Moran. Data yang digunakan adalah data sekunder dari Badan Pangan Nasional. Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa nilai IKP rata-rata adalah 75,97 dengan nilai tertinggi di Kota Balikpapan (91,23) dan terendah di Kabupaten Murung Raya (51,29). Nilai Indeks Moran sebesar 0,2672 menunjukkan adanya autokorelasi spasial positif, yang berarti wilayah-wilayah dengan tingkat ketahanan pangan serupa cenderung membentuk kluster. Selain itu, melalui *Moran's Scatterplot* diperoleh hasil dengan wilayah yang tergolong *High-High* sebanyak 22 Kabupaten/Kota, *High-Low* sebanyak 12 Kabupaten/Kota, *Low-High* sebanyak 8 Kabupaten/Kota, dan *Low-Low* sebanyak 14 Kabupaten/Kota. Hal ini menunjukkan adanya kluster wilayah dengan ketahanan pangan tinggi maupun rendah.

Kata Kunci: *Indeks Ketahanan Pangan, Indeks Moran, Autokorelasi Spasial, Pulau Kalimantan.*

1 PENDAHULUAN

Pangan merupakan istilah yang teramat penting bagi pertanian, karena secara hakiki pangan merupakan salah satu kebutuhan paling dasar dalam pemenuhan aspirasi humanistik. Status konsumsi pangan penduduk sering dipakai sebagai salah satu indikator tingkat kesejahteraan masyarakat. Ketahanan pangan bagi suatu negara, merupakan aspek krusial dalam pembangunan ekonomi nasional, terutama bagi negara yang mempunyai jumlah penduduk yang sangat banyak seperti di Indonesia. Dalam pengalaman sejarah pembangunan di Indonesia, masalah ketahanan pangan sangat erat kaitannya dengan kesejahteraan dan berperan penting dalam stabilitas ekonomi dan politik nasional [1].

Food and Agriculture Organization (1997) mendefinisikan ketahanan pangan sebagai situasi di mana semua rumah tangga mempunyai akses untuk memperoleh pangan bagi seluruh anggota keluarganya. Konsep ketahanan pangan mencakup ketersediaan pangan, stabilitas, dan akses terhadap pangan-pangan utama [2]. Di Indonesia, perwujudan ketahanan pangan menjadi bagian dari prioritas nasional dalam rangka mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya pada tujuan kedua, yaitu mengakhiri kelaparan dan mencapai ketahanan pangan [3].

Secara garis besar terdapat empat aspek pokok ketahanan pangan yaitu ketersediaan, aksesibilitas, keamanan, dan waktu [1]. Namun dalam implementasinya, ketahanan pangan di Indonesia belum merata secara geografis. Ketimpangan antarwilayah masih menjadi tantangan utama, terutama di wilayah luar Pulau Jawa. Salah satu contohnya adalah Pulau Kalimantan yang memiliki kondisi geografis yang beragam dan infrastruktur yang belum merata, sehingga menciptakan perbedaan dalam pencapaian Indeks Ketahanan Pangan (IKP) antar Kabupaten/Kota. Berdasarkan Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan, beberapa wilayah di Kalimantan Tengah dan Kalimantan Barat tergolong rentan pangan akibat terbatasnya akses dan distribusi pangan [4]. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2023 juga menunjukkan bahwa nilai rata-rata IKP di beberapa provinsi di Kalimantan masih berada di bawah rata-rata nasional [5].

Fenomena ini menunjukkan pentingnya pendekatan spasial dalam menganalisis ketahanan pangan, yang mana prinsip ini sejalan dengan hukum geografi pertama yang dikemukakan oleh Tobler pada Tahun 1970 yaitu bahwa yang berdekatan lebih cenderung saling berhubungan. Dengan kata lain, wilayah dengan ketahanan pangan tinggi atau rendah cenderung membentuk pola pengelompokan (clustering) secara geografis [6].

Kajian-kajian sebelumnya telah menunjukkan pentingnya analisis spasial dalam isu pangan. Karim dan Wasono (2016) dalam penelitiannya di Provinsi Jawa Tengah menemukan adanya autokorelasi spasial signifikan dalam produksi padi, luas panen, dan jumlah petani antar wilayah [7]. Penelitian lain oleh Fallo, Setiawan & Nugroho (2020) mengenai kebutuhan pangan pokok pada provinsi di Indonesia juga menemukan bahwa adanya autokorelasi spasial pada wilayah yang

berdekatan. Hal ini membuktikan bahwa pendekatan spasial relevan dalam memahami dinamika ketahanan pangan di tingkat regional [8].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola distribusi spasial Indeks Ketahanan Pangan (IKP) di Kabupaten/Kota se-Pulau Kalimantan pada tahun 2024 menggunakan metode statistik spasial, yaitu Indeks Moran. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat diidentifikasi wilayah dengan ketahanan pangan rendah maupun tinggi yang saling terkonsentrasi, sehingga menjadi dasar perumusan kebijakan ketahanan pangan yang lebih tepat sasaran dan berbasis kewilayahan [1].

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Autokorelasi Spasial

Autokorelasi spasial adalah konsep yang menggambarkan ketergantungan atau hubungan antara nilai-nilai suatu variabel yang terdistribusi di lokasi-lokasi geografis yang berbeda. Konsep ini digunakan untuk memahami pola spasial dalam data, baik dalam konteks fenomena fisik, sosial, maupun ekonomi. Dalam analisis spasial, autokorelasi mengukur sejauh mana nilai dari suatu variabel di satu lokasi berkorelasi dengan nilai variabel yang sama di lokasi lain di sekitar wilayah tersebut. Jika dua lokasi memiliki nilai yang serupa, maka dapat dikatakan ada autokorelasi positif, sedangkan jika nilai antara dua lokasi berbeda, maka autokorelasi yang terjalin bersifat negatif [11].

Salah satu metode yang sering digunakan untuk mengukur autokorelasi spasial adalah indeks Moran's I, dimana indeks ini menggambarkan tingkat keterkaitan antar unit spasial dengan nilai Moran's I yang mendekati 1 menunjukkan adanya autokorelasi positif yang kuat, sedangkan nilai mendekati -1 menunjukkan autokorelasi negatif. Sebuah nilai mendekati 0 mengindikasikan tidak adanya autokorelasi. Penggunaan autokorelasi spasial sangat relevan dalam penelitian yang berkaitan dengan distribusi ruang, seperti dalam studi epidemiologi, perencanaan kota, dan ekonomi regional. Hasil analisis autokorelasi spasial memberikan wawasan yang penting untuk mengidentifikasi pola distribusi spasial yang mungkin terabaikan dalam analisis statistik konvensional yang tidak memperhitungkan dimensi geografis [11].

Autokorelasi spasial dapat memberikan informasi yang sangat penting dalam konteks perencanaan dan kebijakan publik, khususnya dalam memahami pola spasial distribusi penduduk atau distribusi kasus-kasus penyakit. Selain itu, autokorelasi spasial juga membantu dalam mengidentifikasi kesamaan atau perbedaan antara area tertentu yang tidak bisa dianalisis dengan model regresi biasa tanpa mempertimbangkan hubungan spasial antara observasi [12].

2.2 Matriks Pembobot Spasial

Matriks pembobot spasial adalah komponen penting dalam analisis autokorelasi spasial karena memberikan informasi tentang kedekatan atau hubungan antar lokasi geografis. Matriks ini berfungsi untuk mengukur tingkat kedekatan antara unit-unit spasial dalam suatu studi. Ada beberapa jenis matriks pembobot yang digunakan, antara lain matriks pembobot kontigu (*adjacency*), matriks pembobot jarak, dan matriks pembobot kernel [13].

Matriks pembobot kontigu menghitung kedekatan antara unit-unit spasial yang berbatasan langsung, sedangkan matriks pembobot jarak mengukur hubungan berdasarkan jarak geografis antar lokasi. Pemilihan jenis matriks pembobot yang tepat sangat bergantung pada tujuan analisis dan karakteristik data spasial yang sedang dianalisis [11]. Misalnya, dalam analisis yang melibatkan wilayah administratif, matriks pembobot kontigu lebih sering digunakan karena area-area yang berbatasan langsung dianggap memiliki hubungan yang lebih kuat dibandingkan dengan area yang tidak berdekatan.

Dalam konteks model regresi spasial, matriks pembobot digunakan untuk menggambarkan interaksi antar lokasi yang mempengaruhi variabel dependen [13]. Pemodelan semacam ini sangat relevan dalam studi perencanaan kota, di mana variabel seperti harga properti atau tingkat kemiskinan dapat dipengaruhi oleh kondisi ekonomi dan sosial dari lingkungan sekitarnya.

Matriks pembobot juga penting dalam analisis semacam ini karena memungkinkan peneliti untuk memodelkan pengaruh spasial secara lebih akurat dan menghindari kesalahan dalam estimasi akibat pengabaian hubungan spasial antar lokasi. Penerapan matriks pembobot dalam analisis spasial memberi peneliti alat untuk lebih memahami pola distribusi dan perbedaan yang ada di berbagai wilayah yang memiliki karakteristik serupa atau berbeda [14].

2.3 Indeks Moran

Indeks Moran adalah salah satu metode statistik yang digunakan untuk mengukur tingkat ketimpangan atau ketidakmerataan distribusi suatu variabel tertentu di berbagai wilayah atau daerah. Metode ini banyak digunakan dalam bidang geografi ekonomi, studi regional, dan evaluasi pembangunan untuk menilai apakah aktivitas ekonomi, pendapatan, atau sumber daya telah tersebar secara merata atau masih menerangi wilayah tertentu saja. Secara umum bentuk rumus Indeks Moran adalah sebagai berikut [14]:

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

dimana

x_i = Nilai variabel pada wilayah ke-i

$\bar{x}$ = Jumlah rata-rata variabel

w_{ij} = Bobot spasial antara wilayah ke- i dan ke- j

w = Jumlah total seluruh dari elemen w_{ij} dalam Matrik pembobot

Nilai Indeks Moran berkisar antara -1 hingga +1. Nilai positif mendekati +1 mengindikasikan adanya pengelompokan wilayah dengan nilai yang mirip (autokorelasi positif), sedangkan nilai mendekati -1 menunjukkan bahwa wilayah dengan nilai tinggi cenderung berdekatan dengan wilayah yang memiliki nilai rendah (autokorelasi negatif). Jika nilainya mendekati 0, maka distribusi data dapat dianggap acak secara spasial [15].

Pengujian hipotesis pada Indeks Moran Global yaitu dengan menggunakan sebaran normal baku, dimana H_0 yaitu tidak terdapat autokorelasi spasial dan H_1 terdapat autokorelasi spasial. Rumus sebaran normal baku yaitu:

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sigma(I)} \quad (2)$$

dengan I adalah Indeks Moran, $Z(I)$ adalah nilai statistik uji dari Indeks Moran, $E(I)$ adalah nilai harapan Indeks Moran, dan $\sigma(I)$ adalah simpangan baku dari Indeks Moran [16].

Perhitungan Indeks Moran sangat bergantung pada pembentukan matriks pembobot spasial. Matriks ini mendeskripsikan hubungan antarwilayah dan merupakan dasar dalam mengukur seberapa besar keterkaitan antara satu wilayah dengan wilayah lain di sekitarnya. Terdapat beberapa pendekatan dalam membentuk matriks pembobot, seperti pendekatan *contiguity* (berdasarkan batas wilayah) dan pendekatan jarak. Dalam pendekatan *contiguity*, dua wilayah dianggap bertetangga dan diberikan bobot 1 jika mereka berbagi batas (*rook*) atau berbagi batas dan sudut (*queen*), dan diberikan bobot 0 jika tidak. Dalam pendekatan berbasis jarak, bobot dihitung dari kebalikan jarak antar wilayah, dan biasanya ada batas maksimum jarak agar suatu wilayah dianggap bertetangga [17].

Dalam praktiknya, matriks pembobot sering kali dinormalisasi agar jumlah bobot dalam satu baris menjadi satu [1]. Hal ini dilakukan untuk menghindari pengaruh yang tidak seimbang akibat perbedaan jumlah tetangga antarwilayah. Normalisasi baris juga mempermudah interpretasi model karena memastikan bahwa setiap wilayah memiliki kontribusi bobot yang setara dalam analisis spasial. Matriks pembobot yang digunakan sangat memengaruhi hasil Indeks Moran dan model spasial selanjutnya, sehingga pemilihan jenis matriks harus mempertimbangkan karakteristik wilayah dan tujuan analisis [17].

2.4 Moran's Scatterplot

Menurut Anselin (1993) Moran's Scatterplot adalah alat yang digunakan untuk melihat hubungan antara nilai pengamatan yang terstandarisasi dengan nilai rata-rata tetangga yang sudah terstandarisasi. Jika digabungkan dengan garis regresi maka hal ini dapat digunakan untuk mengetahui derajat kecocokan dan

mengidentifikasi adanya *outlier* [18]. Moran's Scatterplot dapat digunakan untuk mengidentifikasi keseimbangan atau pengaruh spasial. Tipe-tipe hubungan spasial dapat dilihat dari Gambar 1.

Kuadan II atau LH (<i>Low-High</i>)	Kuadan I atau HH (<i>High-High</i>)
Kuadan III atau LL (<i>Low-Low</i>)	Kuadan IV atau HL (<i>High-Low</i>)

Gambar 1. *Moran Scatterplot*

Kuadran-kuadran dalam Moran Scatterplot adalah sebagai berikut [19]:

- 1) Pada kuadran I, HH (*High-High*) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi.
- 2) Pada kuadran II, LH (*Low-High*) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi.
- 3) Pada kuadran III, LL (*Low-Low*) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah.
- 4) Pada kuadran IV, HL (*High-Low*) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah.

2.5 Indeks Ketahanan Pangan (IKP)

Indeks Ketahanan Pangan (IKP) adalah ukuran komposit yang digunakan untuk menggambarkan tingkat ketahanan pangan suatu wilayah di provinsi atau kota, berdasarkan sejumlah indikator yang mencerminkan ketersediaan, akses, dan pemanfaatan pangan secara berkelanjutan. Ketahanan pangan merupakan suatu kondisi yang mencerminkan terpenuhinya kebutuhan pangan dan gizi bagi setiap individu maupun kelompok dalam masyarakat, yang bertujuan untuk mendukung tingkat kesehatan dan kesejahteraan mereka. Oleh karena itu, ketahanan pangan tidak hanya berfokus pada ketersediaan pangan semata, tetapi juga pada kualitas, keamanan, dan kandungan gizi yang mencukupi bagi seluruh masyarakat agar dapat hidup sehat dan sejahtera [20].

Pemenuhan pangan sangat berkaitan erat dengan kemampuan setiap individu dalam rumah tangga untuk mencukupi kebutuhannya. Bertambahnya jumlah anggota rumah tangga akan meningkatkan kebutuhan pangan yang harus dipenuhi. Maka dari itu, rumah tangga menjadi komponen kunci dalam mewujudkan ketahanan pangan, baik di tingkat lokal, komunitas, hingga nasional. Keberhasilan suatu daerah dalam membangun ketahanan pangan dapat dilihat dari

meningkatnya produksi dan kelancaran distribusi pangan, serta terpenuhinya konsumsi pangan yang aman dan bergizi oleh masyarakatnya [20].

Sementara itu, Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan mendefinisikan ketahanan pangan sebagai terpenuhinya kebutuhan pangan dari tingkat nasional hingga ke tingkat individu. Definisi ini menekankan pentingnya ketersediaan pangan yang mencukupi dalam hal kuantitas, kualitas, keamanan, keberagaman, nilai gizi, pemerataan distribusi, serta keterjangkauannya, dengan tetap memperhatikan nilai-nilai agama, keyakinan, dan budaya masyarakat. Pendekatan ini menunjukkan kemajuan konsep ketahanan pangan yang kini tidak hanya terbatas pada skala rumah tangga, tetapi juga mencakup individu [9].

3 DATA

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari lembaga resmi yaitu Badan Pangan Nasional, dengan variabel IKP Tahun 2024. Populasi penelitian ini yaitu IKP menurut Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan dengan teknik *sampling* yaitu total *sampling* sehingga populasinya yaitu semua Kabupaten/Kota dan diperoleh 56 Kabupaten/Kota. Adapun langkah-langkah penelitian yaitu:

- 1) Mendeskripsikan data IKP berdasarkan Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan
- 2) Membentuk Matriks Pembobot Spasial
- 3) Melakukan uji Autokorelasi Spasial dengan menggunakan metode Indeks Moran
- 4) Melakukan interpretasi dari hasil pengujian autokorelasi spasial menggunakan indeks moran
- 5) Membuat Moran's Scatterplot dan Peta Tematik berdasarkan hasil *Moran's Scatterplot*
- 6) Membuat Kesimpulan

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data Deskriptif

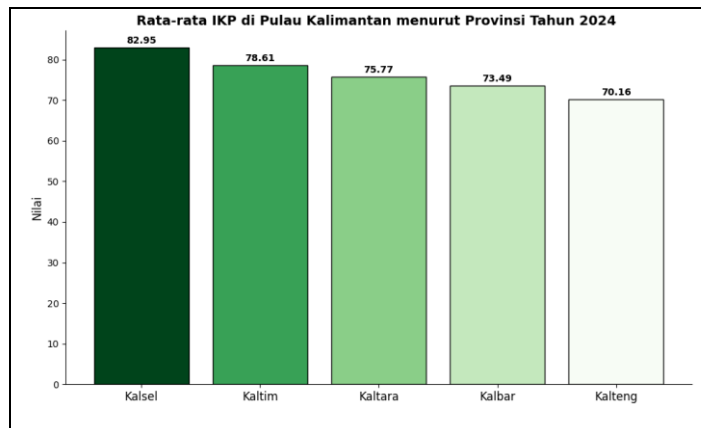
Pada tahapan ini dilakukan analisis deskriptif mendeskripsikan data IKP berdasarkan Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan dan diperoleh hasil sebagaimana tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Statistika Deskriptif Data Penelitian

Variabel	Rata-Rata	Simpangan Baku	Minimum	Maksimum
Indeks Ketahanan Pangan	75,97	9,86	51,29	91,23

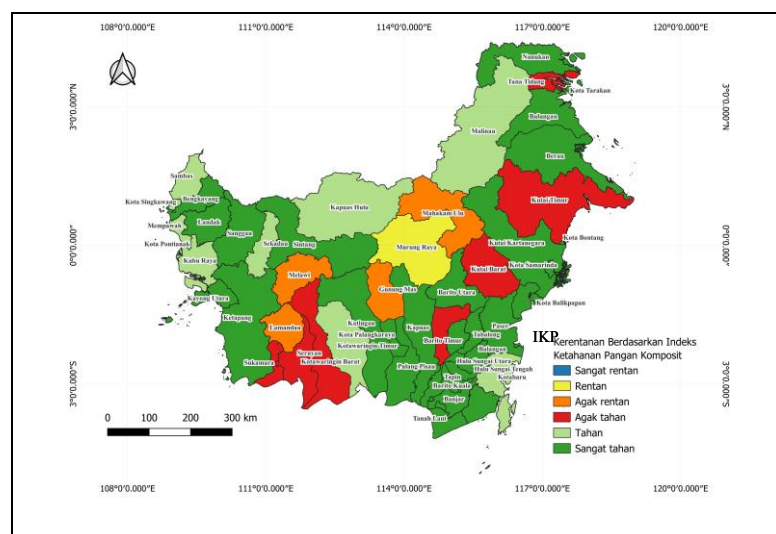
Berdasarkan Tabel 1, rata-rata IKP di pulau Kalimantan Tahun 2024 adalah sebesar 75,97 dengan simpangan baku adalah sebesar 9,86. Kota Balikpapan memiliki IKP tertinggi di pulau Kalimantan Tahun 2024 yaitu sebesar 91,23, dan

Kabupaten Murung Raya memiliki IKP terendah di pulau Kalimantan Tahun 2024 yaitu sebesar 51,29. Dilakukan juga visualisasi dengan merata-ratakan nilai IKP pada masing masing provinsi kemudian membandingkannya dengan provinsi lain.



Gambar 2. Rata-rata Indeks Ketahanan Pangan di Pulau Kalimantan Menurut Provinsi Tahun 2024

Diagram batang pada gambar 2, menunjukkan rata-rata IKP di Pulau Kalimantan Tahun 2024. Provinsi dengan IKP tertinggi berada di Provinsi Kalimantan Selatan yaitu sebesar 82,95, dan Provinsi dengan IKP terendah berada di Provinsi Kalimantan Tengah yaitu sebesar 70,16.



Gambar 3. Penyebaran Indeks Ketahanan Pangan di Pulau Kalimantan Tahun 2024

Peta penyebaran pada gambar 3, menunjukkan tingkat kerentanan berdasarkan IKP tahun 2024 di Pulau Kalimantan, berdasarkan warna terlihat bahwa, Kabupaten/Kota dengan tingkat ketahanan pangan sangat tinggi (warna hijau tua) yang berarti sangat tahan meliputi, Kabupaten Nunukan, Kabupaten Bulungan, Kabupaten Berau, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kota Bontang, Kota Samarinda, Kota Balikpapan, Kabupaten Paser, Kabupaten Tabalong, Kabupaten Balangan, Kabupaten Barito Timur, Kabupaten Tapin, Kabupaten Barito Kuala,

Kabupaten Banjar, Kabupaten Tanah Laut, Kabupaten Barito Utara, Kabupaten Gunung Mas, Kabupaten Kapuas, Kabupaten Pulang Pisau, Kabupaten Kotawaringin Timur, Kota Palangkaraya, Kabupaten Katingan, Kabupaten Sintang, Kabupaten Sekadau, Kabupaten Sukamara, Kabupaten Ketapang, Kabupaten Kayong Utara, Kabupaten Sanggau, Kabupaten Landak, dan Kabupaten Bengkayang. Selanjutnya Kabupaten/Kota dengan kategori agak rentan yang ditandai dengan warna oren meliputi Kabupaten Melawi, Kabupaten Lamandau, Kabupaten Gunung Mas, dan Kabupaten Mahakam Ulu, sedangkan Kabupaten/Kota yang rentan yang ditandai dengan warna kuning hanya terlihat di wilayah Murung Raya. Pola distribusi ini menunjukkan adanya kecenderungan spasial yang saling berkaitan, di mana wilayah yang berdekatan cenderung memiliki tingkat ketahanan pangan yang serupa. Hal ini mengindikasikan adanya autokorelasi spasial positif, yang penting untuk dipertimbangkan dalam perencanaan kebijakan ketahanan pangan di tingkat regional.

4.2 Indeks Moran

Dilakukan analisis dengan menggunakan hasil Indeks Moran pada data IKP Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan Tahun 2024 untuk melihat apakah terdapat autokorelasi spasial dan diperoleh hasil pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Indeks Moran Data Indeks Ketahanan Pangan

Indeks Moran (I)	Keterangan
0,2672	Autokorelasi Spasial Positif

IKP Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan pada tahun 2024 menunjukkan nilai Indeks Moran yang berada dalam rentang $0 < I \leq 1$. Rentang ini mengindikasikan adanya autokorelasi spasial positif, yang berarti bahwa wilayah-wilayah yang berdekatan cenderung memiliki tingkat ketahanan pangan yang serupa, baik sama-sama tinggi maupun rendah.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan terhadap nilai harapan Indeks Moran guna memperoleh pemahaman lebih lanjut terkait pola spasial rata-rata IKP di Pulau Kalimantan. Hasil perhitungan tersebut disajikan sebagai berikut:

$$E(I) = -\frac{1}{(n-1)} = -\frac{1}{(55-1)} = -\frac{1}{54} = -0,0182$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai Indeks Moran sebesar 0,2672 sedangkan nilai harapan Indeks Moran adalah $-0,0182$. Karena nilai aktual lebih tinggi dari nilai harapan ($I = 0,2672 > E(I) = -0,0182$) maka dapat disimpulkan bahwa pola persebaran Indeks Ketahanan Pangan Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan tahun 2024 menunjukkan adanya pola pengelompokan (*clustering*). Artinya, wilayah-wilayah yang memiliki tingkat ketahanan pangan yang tinggi cenderung berdekatan dengan wilayah lain yang juga memiliki nilai tinggi, begitu pula wilayah dengan nilai rendah cenderung berdekatan dengan yang bernilai rendah.

Setelah mengidentifikasi pola spasial yang terbentuk menggunakan Indeks Moran, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian hipotesis untuk menentukan apakah terdapat autokorelasi spasial secara global pada nilai Indeks Ketahanan Pangan antar Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan tahun 2024, khususnya antar wilayah yang saling berdekatan secara geografis.

Adapun bentuk pengujian hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$H_0 : I = 0$$

(Tidak terdapat autokorelasi spasial secara global pada data IKP Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan Tahun 2024)

$$H_1 : I \neq 0$$

(Terdapat autokorelasi spasial secara global pada data IKP Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan Tahun 2024)

Pada penelitian ini, taraf signifikansi ditetapkan sebesar $\alpha = 0,05$. Pengujian akan menolak H_0 jika nilai $|Z_{hitung}| > Z_\alpha = 1,96$. Kemudian didapatkan nilai Z_{hitung} sebagai berikut:

$$Z_{hitung} = \frac{I - E(I)}{\sigma(I)} = \frac{0,2672 + 0,0182}{\sqrt{0,0086}} = 3,0775$$

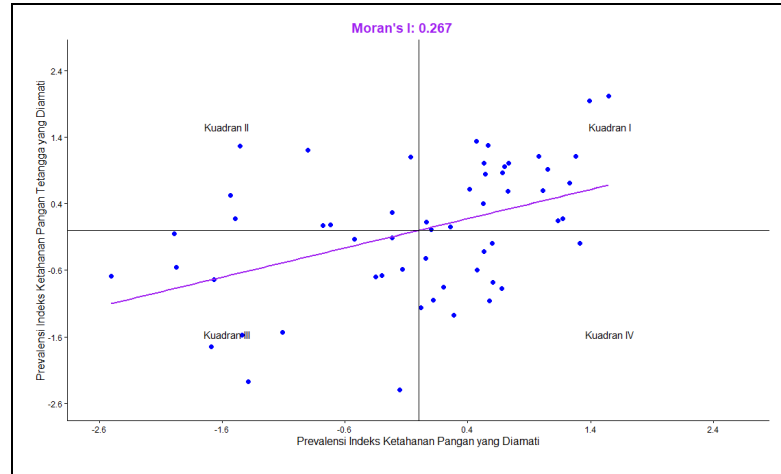
Tabel 3. Nilai Indeks Moran dan Z_{hitung}

Indeks Moran (I)	$E(I)$	$var(I)$	Z_{hitung}	Z_α	Keputusan
0,2672	-0,0182	0,0086	3,0775	1,96	H_0 ditolak

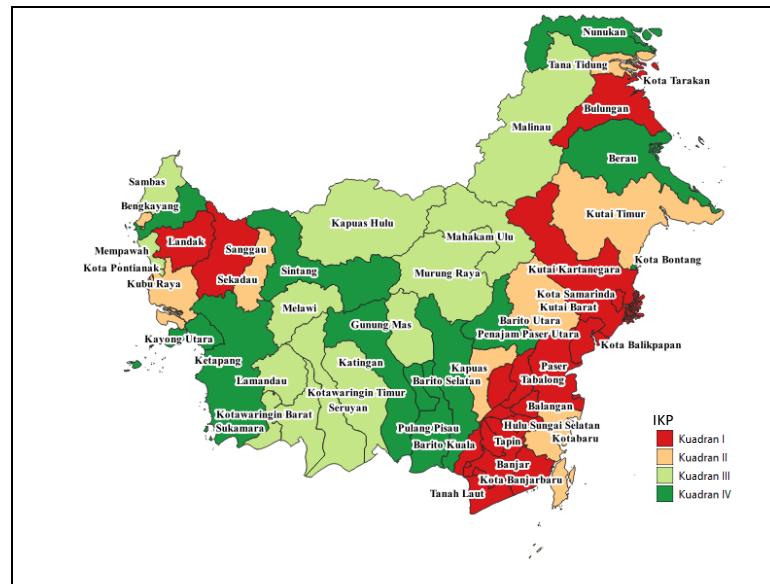
Pada tabel 3 di atas menyajikan hasil pengujian hipotesis terhadap Indeks Moran pada data Indeks Ketahanan Pangan Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan tahun 2024. Berdasarkan perhitungan, diperoleh nilai statistik uji (Z_{hitung}) sebesar 3,0775. Karena $|Z_{hitung}| > Z_\alpha = 1,96$ maka diputuskan H_0 ditolak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat autokorelasi spasial secara global dalam distribusi Indeks Ketahanan Pangan kabupaten/kota di Pulau Kalimantan tahun 2024.

4.3 Moran's Scatterplot

Berikut ini adalah hasil *Moran's Scatterplot* untuk data Indeks Ketahanan Pangan di Pulau Kalimantan pada Tahun 2024



Gambar 4. *Moran's Scatterplot*



Gambar 5. Peta Wilayah Berdasarkan *Moran's Scatterplot*

Gambar 4 merupakan grafik *Moran's Scatterplot* yang terbagi menjadi 4 Kuadran. Kuadran I terdiri dari 22 Kab/Kota, Kuadran II terdiri dari 8 Kab/Kota, Kuadran III terdiri dari 14 Kab/Kota dan Kuadran IV terdiri dari 12 Kab/Kota. Kemudian dibuat peta wilayah berdasarkan hasil *Moran's Scatterplot* seperti pada Gambar 5, dimana wilayah yang berwarna merah merupakan wilayah yang termasuk dalam Kuadran I (*High-High*). Wilayah Kuadran I terdiri dari Kabupaten Kabupaten Landak, Kabupaten Sanggau, Kabupaten Barito Timur, Kabupaten Tanah Laut, Kabupaten Banjar, Kabupaten Barito Kuala, Kabupaten Tapin, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Kabupaten Hulu Sungai Timur, Kabupaten Hulu Sungai Utara, Kabupaten Tabalong, Kabupaten Tanah Bumbu, Kabupaten Balangan, Kota Banjarmasin, Kota Banjarbaru, Kabupaten Paser, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kota Balikpapan, Kota Samarinda, Kabupaten Bulungan, dan Kota Tarakan menunjukkan bahwa Kabupaten/Kota tersebut memiliki IKP tinggi yang dikelilingi oleh Kabupaten/Kota dengan IKP yang tinggi pula.

Wilayah yang berwarna jingga merupakan wilayah yang termasuk dalam Kuadran II (*Low-High*) dan Kabupaten/Kota yang termasuk dalam Kuadran II diantaranya ialah

Kabupaten Sekadau, Kabupaten Kubu Raya, Kota Singkawang, Kabupaten Barito Selatan, Kabupaten Kotabaru, Kabupaten Kutai Barat, Kabupaten Kutai Timur, dan Kabupaten Tana Tidung yang berarti bahwa Kabupaten/Kota tersebut memiliki IKP rendah namun dikelilingi oleh Kabupaten/Kota dengan IKP yang tinggi. Selanjutnya wilayah yang berwarna hijau muda merupakan wilayah yang termasuk dalam Kuadran III (*Low-Low*) dan dapat dilihat bahwa Kabupaten/Kota yang termasuk dalam Kuadran III diantaranya Kabupaten Sambas, Kabupaten Mempawah, Kabupaten Kapuas Hulu, Kabupaten Melawi, Kota Pontianak, Kabupaten Kotawaringin Barat, Kabupaten Kotawaringin Timur, Kabupaten Sukamara, Kabupaten Lamandau, Kabupaten Seruyan, Kabupaten Gunung Mas, Kabupaten Murung Raya, Kabupaten Mahakam Ulu, dan Kabupaten Malinau yang berarti bahwa Kabupaten/Kota tersebut memiliki IKP rendah dan dikelilingi oleh Kabupaten/Kota yang memiliki IKP rendah pula. Terakhir yaitu wilayah yang berwarna hijau tua merupakan wilayah yang termasuk dalam Kuadran IV (*High-Low*) dan dapat dilihat bahwa Kabupaten/Kota yang termasuk dalam Kuadran IV adalah Kabupaten Bekayang, Kabupaten Ketapang, Kabupaten Sintang, Kabupaten Kayong Utara, Kabupaten Kapuas, Kabupaten Barito Utara, Kabupaten Katingan, Kabupaten Pulang Pisau, Kota Palangkaraya, Kabupaten Berau, Kota Bontang, dan Kabupaten Nunukan yang berarti bahwa Kabupaten tersebut memiliki IKP yang tinggi namun dikelilingi oleh Kabupaten/Kota dengan IKP rendah.

5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan Indeks Moran menunjukkan adanya autokorelasi spasial positif pada data IKP di Kalimantan tahun 2024. Ini berarti bahwa Kabupaten/Kota yang memiliki IKP tinggi cenderung berdekatan dengan daerah lain yang juga memiliki IKP tinggi, demikian pula untuk daerah dengan IKP rendah. Hasil pengujian hipotesis juga menunjukkan bahwa secara statistik terdapat autokorelasi spasial secara global yang signifikan. Dari hasil Moran's Scatterplot juga menunjukkan bahwa terdapat di Pulau Kalimantan terdapat 22 Kabupaten/Kota yang memiliki IKP tinggi dan dikelilingi oleh daerah dengan IKP tinggi pula, terdapat 8 Kabupaten/Kota yang memiliki IKP rendah dan dikelilingi oleh daerah dengan IKP tinggi, terdapat 14 Kabupaten/Kota yang memiliki IKP rendah dan dikelilingi oleh daerah dengan IKP rendah, dan terdapat 12 Kabupaten/Kota yang memiliki IKP tinggi dikelilingi oleh daerah dengan IKP rendah.

Untuk penelitian selanjutnya, dapat melanjutkan penelitian menggunakan regresi spasial.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kristiawan, *Ketahanan Pangan*, Jakarta: PT. Scopindo Media Pustaka, 2021.
- [2] Fao, *The State of Food and Agriculture*, Rome: Food and Agriculture Organization, 1997.
- [3] Bappenas, *Rencana Aksi Pangan dan Gizi Nasional 2020-2024*, Jakarta:

Kementrian Pembangunan Nasional, 2020.

- [4] B. Kementan, Peta Ketahanan dan Kerentanan Pangan Indonesia Tahun 2021, Jakarta: Badan Ketahanan Pangan Kementrian Pertanian, 2021.
- [5] BPS, Statistik Ketahanan Pangan 2023, Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2023.
- [6] W. R. Tobler, "A computer movie simulating urban growth in the Detroit region," *Economic Geography*, vol. 46, no. sup1, pp. 234-240, 1970.
- [7] A. a. W. R. Karim, "Autocorrelation Spatial Program Swasembada Padi di Jawa Tengah," *Jurnal Statistika*, pp. 9-13, 2016.
- [8] L. S. Fallo, A. Setiawan, dan D. B. Nugroho, "Analisis Kebutuhan Pangan Pokok pada Provinsi-provinsi di Indonesia Menggunakan Indeks Moran Berdasarkan Metode Bootstrap," *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, vol. 6, no. 2, pp. 42–51, Jul. 2020.
- [9] Y. a. N. R. S. Budiawati, "Situasi Dan Gambaran Ketahanan Pangan di Provinsi Banten Berdasarkan Peta Fsva Dan Indikator Ketahanan Pangan," *Jurnal Agribisnis Terpadu*, vol. 13, no. 2, pp. 187-204, 2020.
- [10] I. F. a. W. H. a. S. A. M. Fatati, "Analisis regresi spasial dan pola penyebaran pada kasus demam berdarah dengue (DBD) di Provinsi Jawa Tengah," *Jurnal Media Statistika*, vol. 10, no. 2, pp. 95-105, 2017.
- [11] L. Anselin, *Spatial econometrics: Methods and models*, Springer Science & Business Media, 1988.
- [12] J. P. a. P. R. K. LeSage, *Introduction to spatial econometrics*, CRC Press, 2009.
- [13] A. S. a. B. C. a. C. M. Fotheringham, *Quantitative geography: Perspectives on spatial data analysis*, Sage, 2000.
- [14] A. Kurniawan, *Pengantar Geografi Ekonomi*, Yogyakarta: Penerbit Mendalam, 2000.
- [15] B. a. Y. D. Prasetyo, "Analisis Ketimpangan Wilayah dalam Distribusi PDRB dan Penduduk di Provinsi X," *Jurnal Ekonomi Regional*, vol. 14, no. 2, pp. 89-105, 2020.
- [16] M. D. Ward and K. S. Gleditsch, *Spatial Regression Models*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2008.
- [17] A. a. O. J. K. Getis, "The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics," *Geographical Analysis*, vol. 24, no. 3, p. 189–206, 1992.
- [18] L. Anselin, *Exploratory Spatial Data Analysis and Geographic Information Systems*, Santa Barbara: National Center for Geographic Information and Analysis, University of California, 1993.
- [19] Y. Zhukov, *Spatial Autocorrelation, IQQS*, Cambridge: Harvard University, 2010.
- [20] S. a. P. A. a. S. C. C. a. I. D. M. a. H. S. H. N. Pujiati, "Analisis ketersediaan, keterjangkauan dan pemanfaatan pangan dalam mendukung tercapainya ketahanan pangan masyarakat di Provinsi Jawa Tengah," *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, vol. 16, no. 2, 2020.