

Analisis Kebutuhan Pangan Pokok pada Provinsi-provinsi di Indonesia Menggunakan Indeks Moran Berdasarkan Metode Bootstrap

Lydia Soepriani Fallo¹, Adi Setiawan², Didit Budi Nugroho³
^{1,2,3}Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana
Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga, 50711
Email: adi.setiawan@uksw.edu

ABSTRAK

Indonesia dikenal sebagai negara agraris, namun saat ini Indonesia sering mengimpor bahan pangan dari negara lain untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakatnya. Kebutuhan pangan yang dimaksud adalah kebutuhan akan pangan pokok. Kebutuhan pangan pokok setiap provinsi di Indonesia tentunya berbeda, kelebihan maupun kekurangan pangan pokok pada suatu wilayah bergantung pada jumlah produksi pangan dan jumlah penduduk yang ada pada wilayah tersebut. Untuk itu analisis kebutuhan pangan pokok diperlukan selain untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan pangan pokok juga untuk mengetahui hubungan wilayah yang kekurangan atau kelebihan dengan wilayah di sekitarnya yang berbatasan. Penelitian ini membahas tentang analisis kebutuhan pangan pokok dengan menggunakan Indeks Moran dengan data jumlah produksi pangan pokok (padi) dan jumlah penduduk pada provinsi-provinsi di Indonesia pada tahun 2011 sampai dengan tahun 2019. Metode bootstrap digunakan untuk memperoleh distribusi Indeks Moran dan nilai- p . Dengan tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ diperoleh bahwa nilai- p . Pada nilai- p yang lebih kecil dari 5% , yaitu pada tahun 2012, 2015, 2015 dan 2019 maka H_0 ditolak yang dapat disimpulkan bahwa terdapat autokorelasi spasial atau keterkaitan erat kelebihan atau kekurangan pangan pokok pada wilayah yang berbatasan. Hal itu berarti bahwa antar provinsi satu dengan yang lainnya yang saling berbatasan memiliki kemiripan nilai atau mengindikasikan bahwa kelebihan dan kekurangan pangan pokok antar provinsi di Indonesia yang berbatasan akan saling berkorelasi.

Kata Kunci: Autokorelasi Spasial, Indeks Moran, Metode Bootstrap dan Produksi Pangan

ABSTRACT

Indonesia is known as an agricultural country, but currently Indonesia often imports food from other countries to meet the food needs of its people. Food needs in question is the need for basic food. Staple food needs of each province in Indonesia are certainly different, the excess or lack of staple food in an area depends on the amount of food production and the number of population in the region. the relationship of areas that are deficient or excess with the surrounding regions that border. This study discusses the analysis of staple food needs using the Moran Index with data on the amount of staple food production (rice) and population in the provinces in Indonesia from 2011 to 2019. The bootstrap method is used to obtain the distribution of Moran Index and p-values. With a significance level of $\alpha = 5\%$, the p-value was obtained. At p-values less than 5% , namely in 2012, 2015, 2015 and 2019, H_0 is rejected, which can be concluded that there is a spatial autocorrelation or a close association of staple food shortages or shortages in adjacent regions. That means that between provinces that border each other have similar values or indicate that the advantages and disadvantages of staple foods between provinces in Indonesia which border will be correlated.

Keywords: spatial autocorrelation, Moran Index, Bootstrap Methods, Staple Food Production

Pendahuluan

Pangan merupakan kebutuhan dasar utama bagi manusia yang harus dipenuhi. Usaha untuk mencukupi kebutuhan pangan di negara berkembang dilakukan secara tradisional atau dengan cara memperluas lahan pertanian, sedangkan di negara maju, sistem pertanian dilakukan dengan cara mengolah pertanian yang lebih baik dan modern. Indonesia adalah salah satu negara berkembang yang dikenal sebagai negara agraris yang mempunyai 34 provinsi, sebagian besar dari penduduk Indonesia mempunyai mata pencaharian dalam bidang pertanian. Namun karena Indonesia merupakan negara berkembang dan ketersediaan pangan yang tidak memadai, saat ini Indonesia sering mengimpor bahan pangan dari negara lain untuk memenuhi kebutuhan pangan

masyarakatnya. Kebutuhan pangan yang dimaksud adalah kebutuhan akan pangan pokok. Di Indonesia tidak semua masyarakatnya mengkonsumsi beras sebagai pangan pokok utama, pada daerah yang masih tertinggal atau terpencil, masyarakat masih mengkonsumsi ubi dan jagung sebagai pangan pokok pengganti beras sehingga pada penelitian ini, tidak hanya digunakan beras saja sebagai pangan pokok, ubi dan jagung pun dianggap sebagai pangan pokok.

Kebutuhan pangan pokok pada setiap wilayah tentunya berbeda. Kelebihan dan kekurangan pangan pokok dapat diketahui setelah mengetahui kebutuhan pangan pokok dan jumlah produksi tanaman pangan pokok yang ada di masing-masing wilayah. Produksi pangan pokok masih sangat bergantung pada banyak hal contohnya kesuburan tanah, potensi air dan diperkirakan dipengaruhi oleh jumlah produksi di wilayah sekitarnya. Hal ini mungkin terjadi karena faktor ketetangaan atau kedekatan. Analisis kebutuhan pangan pokok diperlukan agar dalam pemenuhan kebutuhan pangan pokok pada wilayah yang kekurangan dapat sesuai dengan yang dibutuhkan tidak kurang ataupun lebih, juga untuk mengetahui keterkaitan atau hubungan suatu wilayah dengan wilayah disekitarnya yang berbatasan. Dalam hal ini, pangan pokok yang dimaksud adalah padi. Oleh karena itu, diperlukan metode pendekatan spasial yang dapat memberikan informasi keterkaitan wilayah yang berbatasan yaitu Indeks Moran. Indeks Moran merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur autokorelasi spasial data spasial yang perhitungannya secara global.

Indeks Moran sudah banyak digunakan dalam penelitian sebelumnya seperti sebelumnya seperti pada penelitian [1], [2] dan [3]. Demikian juga, metode bootstrap banyak digunakan dalam penelitian sebelumnya seperti [4] dan [5]. Namun demikian, belum digunakan pada Indeks Moran. Pada penelitian ini juga akan diuji autokorelasi spasial khususnya dengan menggunakan Indeks Moran menggunakan metode bootstrap dengan pengulangan B kali dan tingkat signifikansi α untuk memperoleh distribusi indeks Moran dan nilai- p .

Metode dan Bahan Penelitian

1. Dasar Teori

1.1 Analisis Data Spasial

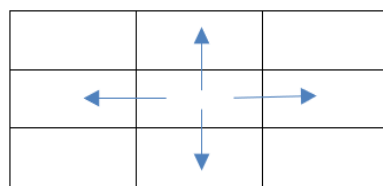
Data spasial adalah data yang memuat informasi “lokasi”, jadi tidak hanya “apa” yang diukur tetapi menunjukkan lokasi dimana data itu berada [6], [7]&[8]. Menurut de Mars dalam Budiyanto[9], analisis spasial mengarah pada banyak macam operasi dan konsep termasuk perhitungan sederhana, klarifikasi, penataan, tumpang-susun geometris, dan pemodelan kartografis. Secara umum analisis spasial membutuhkan suatu data yang berdasarkan lokasi dan memuat karakteristik dari lokasi tersebut. Lokasi pada data spasial harus diukur agar dapat mengetahui adanya efek spasial yang terjadi.

Menurut [10] (lihat juga dalam [11]), informasi lokasi dapat diketahui dari 2 sumber yaitu:

1. Hubungan ketetangaan (*neighborhood*), Hubungan ketetangaan mencerminkan lokasi relatif dari satu unit spasial atau lokasi ke lokasi yang lain dalam ruang tertentu. Hubungan ketetangaan dari unit-unit spasial biasanya dibentuk berdasarkan peta. Ketetangaan dari unit-unit spasial ini diharapkan dapat mencerminkan derajat ketergantungan spasial yang tinggi jika dibandingkan dengan unit spasial yang letaknya terpisah jauh,
2. Jarak (*distance*), Lokasi yang terletak dalam suatu ruang tertentu dengan adanya garis lintang dan garis bujur menjadi sebuah sumber informasi. Informasi inilah yang digunakan untuk menghitung jarak antar titik yang terdapat dalam ruang. Diharapkan kekuatan ketergantungan spasial akan menurun sesuai dengan jarak yang ada.

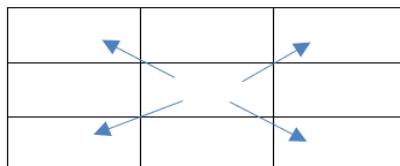
Hal penting dalam analisis spasial adalah membangun matriks bobot objek spasial. Sebelum membentuk matriks bobot objek spasial harus dilakukan perhitungan matriks kedekatan spasial (*spasial contiguity matrix*). Matriks *contiguity* memiliki grid umum kedekatan/ketetangaan yang dapat didefinisikan dalam beberapa cara:

- a. *Rook Contiguity*: (berdasarkan pergerakan anak catur) : Wilayah pengamatan bersentuhan langsung dengan sisi-sisi wilayah tetangga sehingga akan memiliki 4 tetangga.



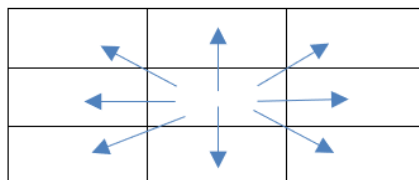
Gambar 1. Rook contiguity.

- b. *Bishop Contiguity*: Wilayah pengamatan bersentuhan langsung dengan sudut diagonal wilayah tetangga sehingga akan memiliki 4 tetangga.



Gambar 2. Bishop contiguity.

- c. *Queen Contiguity*: ini merupakan perpaduan dari Rook dan Bishop Contiguity sehingga akan memiliki 8 tetangga.



Gambar 3. Queen contiguity.

Misalkan w dengan elemen w_{ij} sebagai matriks tetangga spasial. Standardisasi baris dilakukan dengan membagi setiap elemen pada satu baris dengan jumlah elemen di dalam baris tersebut sehingga suatu matriks w berbobot spasial dengan elemen w_{ij} ditunjukkan pada persamaan :

$$w'_{ij} = \frac{w_{ij}}{\sum_j w_{ij}}. \quad (1)$$

Pembobot w_{ij} yang merupakan berat spasial matriks mempunyai aturan bernilai 1 apabila letak antara lokasi i dan lokasi j saling berdekatan, sedangkan bernilai 0 apabila letak antara lokasi i dan lokasi j saling berjauhan.

1.2 Rasio Konsumsi Pangan

Kebutuhan pangan pokok setiap wilayah tentunya berbeda, untuk mengetahui kebutuhan pangan pokok masing-masing wilayah dilakukan dengan :

$$KP = \frac{300 * 360 * JP}{10^6}. \quad (2)$$

dengan,

KP = kebutuhan pangan pokok (dalam ton),

JP = jumlah penduduk,

300 = kebutuhan pangan pokok perorangan dalam 1 hari (dalam gram),

360 = jumlah hari dalam 1 tahun.

Setelah kebutuhan pangan pokok telah diketahui untuk mengetahui apakah masing-masing provinsi kekurangan atau kelebihan pangan pokok dilakukan dengan :

$$KK = JPP - KP \quad (3)$$

dengan,

KK = kelebihan atau kekurangan pangan pokok (dalam ton),

KP = kebutuhan pangan pokok (dalam ton),

JPP = jumlah produksi pangan pokok (dalam ton).

1.3 Autokorelasi Spasial

Autokorelasi Spasial adalah korelasi antara variabel dengan dirinya sendiri berdasarkan ruang atau dapat juga diartikan suatu ukuran kemiripan dari objek di dalam suatu ruang (jarak, waktu dan wilayah). Adanya autokorelasi spasial mengindikasikan bahwa nilai atribut pada wilayah tertentu terkait oleh nilai atribut tersebut pada wilayah lain yang letaknya berdekatan atau bertetangga (Lembo[5]). Pengukuran autokorelasi spasial untuk data spasial dapat dihitung menggunakan metode *Moran's Index*, *Geary's C*, dan metode *Tango excess*. Dalam penelitian ini hanya di bahas tentang Indeks Moran.

1.4 Indeks Moran

Indeks moran merupakan sebuah tes statistik lokal untuk melihat nilai autokorelasi spasial dan digunakan juga untuk mengidentifikasi suatu lokasi dari pengelompokan spasial (Cliff & Ord[12]). Untuk menganalisis adanya autokorelasi spasial atau tidak, dilakukan uji signifikansi Indeks Moran.

Uji hipotesis untuk Indeks Moran adalah :

H_0 : tidak terdapat autokorelasi spasial,

H_1 : terdapat autokorelasi spasial,

dengan tingkat signifikansi = α . Selanjutnya, statistik uji (Lee dan Wong[12]) yang digunakan adalah

$$Z(I) = \frac{I - I_0}{\sqrt{Var(I)}} \quad (4)$$

dalam hal ini nilai Indeks Moran yaitu:

$$I = \frac{n}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (5)$$

dengan,

$$E(I) = I_0 = \frac{-1}{n-1},$$

$$Var(I) = \frac{n^2 S_1 - n S_1 + 3 S_0^2}{(n^2 - 1) S_0^2} - [E(I)]^2,$$

dan

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij},$$

$$S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_{ij} + w_{ji})^2,$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n w_{ij} \sum_{j=1}^n w_{ji} \right)^2.$$

Keterangan :

I = Indeks Moran,

n = banyaknya lokasi kejadian,

w'_{ij} = berat spasial matriks terstandarisasi,

x_i = nilai pada lokasi i ,

x_j = nilai pada lokasi j ,

\bar{x} = rata-rata jumlah variabel,

$E(I) = I_0$ = nilai ekspektasi Indeks Moran,
 $Var(I)$ = Variansi Indeks Moran.

Dalam hal ini, digunakan kriteria uji H_0 ditolak pada taraf signifikansi α jika $|Z(I)| > Z_{1-\alpha}$ dengan $Z_{1-\alpha}$ adalah kuantil ke- $(1-\alpha)$ dari fungsi distribusi normal baku atau H_0 ditolak saat nilai- $p < \alpha$ kuantil dari distribusi normal standar. Nilai- p dapat dihitung dengan rumus $2 * (1 - pnorm(|Z(I)|))$.

1.5 Metode Bootstrap

Metode bootstrap adalah metode berbasis resampling atau pengambilan sampel terhadap sampel awal satu persatu dengan pengembalian, dan prosedur tersebut diulang sebanyak bilangan besar B kali. Metode bootstrap bisa dijelaskan sebagai berikut :

Misalkan dimiliki sampel awal X_1, X_2, \dots, X_n . Membuat sampel baru dengan cara membangkitkan sampel dari distribusi anggapan yaitu distribusi normal dengan mean dan simpangan baku diperoleh dari sampel awal. Berdasarkan $(X_1^*, X_2^*, \dots, X_n^*)$ digunakan untuk menghitung statistik Indeks Moran.

$$T^*(X_1^*, X_2^*, \dots, X_n^*). \quad (6)$$

Prosedurnya diulang sebanyak bilangan besar B kali, sehingga diperoleh

$$T_1^*, T_2^*, \dots, T_B^*. \quad (7)$$

Nilai- p ditentukan dengan,

$$\text{nilai} - p = \frac{\#(T_i^* < T_{awal})}{B}, \quad (8)$$

dengan, $i = 1, 2, \dots, B$ dan T_{awal} = nilai statistik uji berdasarkan sampel awalnya.

Pengujian autokorelasi spasial dengan menggunakan metode Bootstrap dilakukan dengan hipotesis berikut :

H_0 : tidak terdapat autokorelasi spasial,

H_1 : terdapat autokorelasi spasial.

Jika digunakan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ maka diterima jika nilai- p lebih besar yang berarti tidak terdapat autokorelasi spasial atau keterkaitan antara satu wilayah dengan wilayah yang lain dan ditolak jika nilai- p lebih kecil yang berarti terdapat autokorelasi spasial atau keterkaitan antara satu wilayah dengan wilayah lain yang berbatasan.

2. Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari BPS tentang data Produksi Tanaman Pangan dan Jumlah Penduduk di Indonesia pada tahun 2011 sampai dengan 2019 berdasarkan setiap provinsi di Indonesia. Langkah-langkah dalam pengolahan data sebagai berikut:

- a. Menghitung kebutuhan pangan pokok pertahun serta kelebihan dan kekurangan pangan pokok setiap provinsi menggunakan rumus (1) dan (2).
- b. Membuat matriks bobot dengan *Queen Contiguity*, khusus provinsi yang tidak berbatasan langsung atau berbatasan laut dicari dengan jarak terdekat provinsi tersebut ke provinsi lain berdasarkan peta wilayah.
- c. Menstandarisasikan matriks bobot menggunakan Persamaan 1.
- d. Melakukan perhitungan Indeks Moran dan Uji Statistik menggunakan rumus (4) dan (3). Dalam hal ini X_i pada Indeks Moran menggunakan data kelebihan dan kekurangan pangan pokok yang sebelumnya telah dihitung.
- e. Uji autokorelasi spasial menggunakan metode bootstrap. Pada uji autokorelasi ini prosedur yang diterapkan $T_1^*, T_2^*, \dots, T_B^*$ dan histogram dipandang sebagai distribusi dari Indeks Moran yang diperoleh berdasarkan metode bootstrap.

Hasil dan Pembahasan

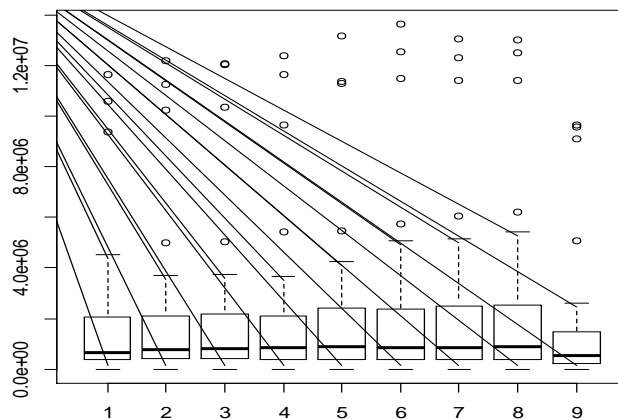
Analisis Data Deskriptif

Tabel 1 merupakan hasil deskripsi data kelebihan atau kekurangan pangan pokok di Indonesia tahun 2011 sampai dengan 2019 berdasarkan 33 Provinsi. Dalam hal ini, provinsi Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara dijadikan satu. Dari Tabel 4.1, diketahui rata-rata jumlah kelebihan pangan pokok tertinggi di Indonesia sebesar 2.447.787 ton yang terjadi pada tahun 2017 dengan standar deviasi 2.447.787 ton dan rata-rata jumlah kelebihan pangan pokok terendah di Indonesia sebesar 816.162 ton pada tahun 2014 dengan simpangan baku 2.128.582 ton.

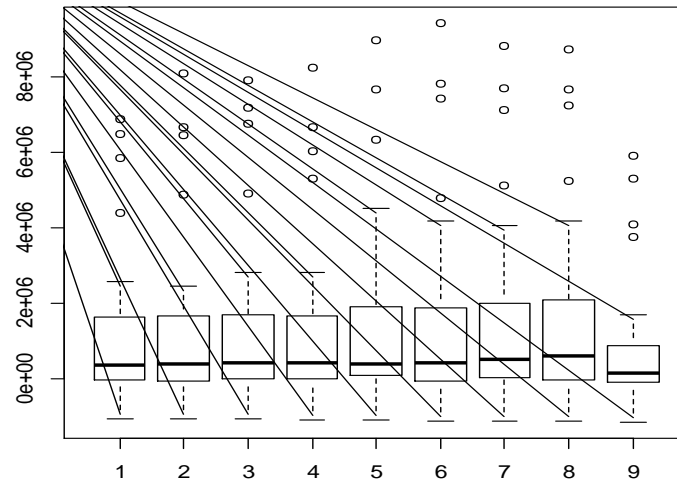
Tabel 1. Statistik Deskriptif

Tahun	Rata-rata	Maksimum	Minimum	Simpangan Baku
2011	1.231.729	6.888.501	-1.043.711	1.925.154
2012	1.300.776	8.083.194	-1.054.063	2.184.012
2013	1.384.690	7.906.116	-1.066.481	2.204.690
2014	816.162	4.971.197	33.383	2.128.582
2015	1.445.015	2.335.384	-1.092.852	1.187.048
2016	846.671	5.116.975	96.487	2.128.582
2017	2.447.787	8.816.820	-1.116.176	2.447.787
2018	1.648.954	8.734.378	-1.126.318	2.465.345
2019	1.624.341	5.906.088	-1.136.883	1.624.341

Pada Gambar 4 menunjukkan jumlah produksi padi pada 33 provinsi di Indonesia dari tahun 2011 sampai dengan 2019, berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa data tersebut tidak simetris, median tidak berada di tengah box dan juga adanya *outlier* dan nilai ekstrem di bagian atas boxplot yang disertai dengan *whisker* bagian atas yang lebih panjang, yang menunjukkan bahwa distribusi data cenderung menjulur ke arah kanan (*positive skewness*). Dari data juga diketahui bahwa Provinsi Jawa Barat pada tahun 2011 mempunyai produksi padi tertinggi, Provinsi Jawa Timur merupakan jumlah produksi padi tertinggi di Indonesia pada tahun 2012 sampai dengan tahun 2018 sedangkan tahun 2019 jumlah produksi padi tertinggi adalah Provinsi Jawa Tengah. Sedangkan Kep. Riau merupakan provinsi dengan jumlah produksi pangan pokok terendah di Indonesia.



Gambar 4. Boxplot jumlah produksi pangan pokok Tahun 2011 sampai dengan Tahun 2019.



Gambar 5. Boxplot kelebihan atau kekurangan pangan pokok tahun 2011 sampai dengan tahun 2019.

Gambar 5 menunjukkan kelebihan atau kekurangan pangan pokok tahunan yaitu dari tahun 2011 sampai dengan 2019 pada 33 provinsi di Indonesia, berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa data tersebut tidak simetris, pada tahun 2011 median tidak berada di tengah box, namun salah satu *whisker* lebih panjang ke kanan dan juga terdapat nilai *outlier* di bagian atas box serta *outlier* dan nilai ekstrem di bagian bawah box, pada tahun-tahun lainnya median tidak berada di tengah box dan salah satu dari *whisker* lebih panjang dari yang lainnya dan juga adanya *outlier* dan nilai ekstrem di bagian atas dan bawah boxplot yang disertai dengan *whisker* bagian bawah yang lebih panjang, menunjukkan bahwa distribusi data cenderung menjulur ke arah kiri (*negative skewness*). Dari data yang ada diketahui bahwa dari tahun ke tahun kekurangan pangan pokok terbanyak terjadi di Provinsi DKI Jakarta, hal ini dikarenakan lahan pertanian yang sedikit sedangkan jumlah penduduk relatif banyak. Kelebihan pangan pokok dari tahun ke tahun paling banyak terjadi di Provinsi Jawa Timur hal ini terjadi karena jumlah produksi tanaman pangan di provinsi tersebut cenderung lebih banyak dibandingkan dengan kebutuhan masyarakatnya.

Uji Statistik Indeks Moran

Data yang digunakan pada Tahun 2011 sampai dengan 2019 diasumsikan berdistribusi normal untuk mengetahui adanya autokorelasi spasial atau tidak. Pada Tabel 2 menerangkan bahwa nilai indeks moran pada tahun 2011 sampai dengan tahun 2019 tidak jauh berbeda. Dengan nilai indeks moran ini akan dilakukan uji signifikansi untuk mengetahui apakah terdapat autokorelasi spasial atau tidak. Uji signifikansi tersebut dilakukan dengan tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ dan hipotesis sebagai berikut : H_0 : Tidak terdapat autokorelasi spasial dan H_1 : Terdapat autokorelasi spasial. H_0 ditolak pada taraf signifikansi $|Z(I)| > Z_{1-\alpha}$ dengan $Z_{1-\alpha}$ adalah $(1-\alpha)$ atau H_0 ditolak saat nilai- $p < \alpha$.

Tabel 2. Nilai indeks moran, $E(I)$, $Var(I)$, $Z(I)$, dan nilai- p

Tahun	Indeks moran	$E(I)$	$Var(I)$	$Z(I)$	Nilai- p
2011	0,2598	-0,3125	0,0289	1.7130	0,0867
2012	0,3195	-0,3125	0,0289	2.0644	0,0390
2013	0,3015	-0,3125	0,0289	1.9583	0,0502
2014	0,2593	-0,3125	0,0289	1.7101	0,0872
2015	0,3511	-0,3125	0,0289	2.2505	0,0244
2016	0,3154	-0,3125	0,0289	2.0400	0,0413
2017	0,2906	-0,3125	0,0289	1.8939	0,0582
2018	0,2720	-0,3125	0,0289	1.7848	0,0743
2019	0,3564	-0,3125	0,0289	2.2828	0,0224

Dari hasil perhitungan pada tahun 2011 sampai dengan 2019, nilai- $p < \alpha = 5\%$ terjadi pada tahun 2012, 2015 dan 2019 sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak yang berarti bahwa terdapat autokorelasi spasial atau keterkaitan antara satu wilayah dengan wilayah lain yang berbatasan berkaitan dengan kelebihan produksi padi pada tahun 2012, 2015 dan 2015 sedangkan untuk tahun-tahun yang lain tidak terdapat autokorelasi spasial.

Uji Autokorelasi Spasial Menggunakan Metode Bootstrap

Untuk menguji autokorelasi spasial akan dilakukan dengan hipotesis H_0 : Tidak terdapat autokorelasi spasial dan H_1 : Terdapat autokorelasi spasial. Dengan tingkat signifikan $\alpha = 5\%$. Kesimpulan untuk H_0 adalah dengan melihat besarnya nilai- p , jika nilai- p lebih besar dari 0,05 maka H_0 diterima yang berarti bahwa tidak terdapat autokorelasi spasial dan sebaliknya. Hasil dari uji autokorelasi spasial menggunakan metode bootstrap terdapat pada Tabel 3.

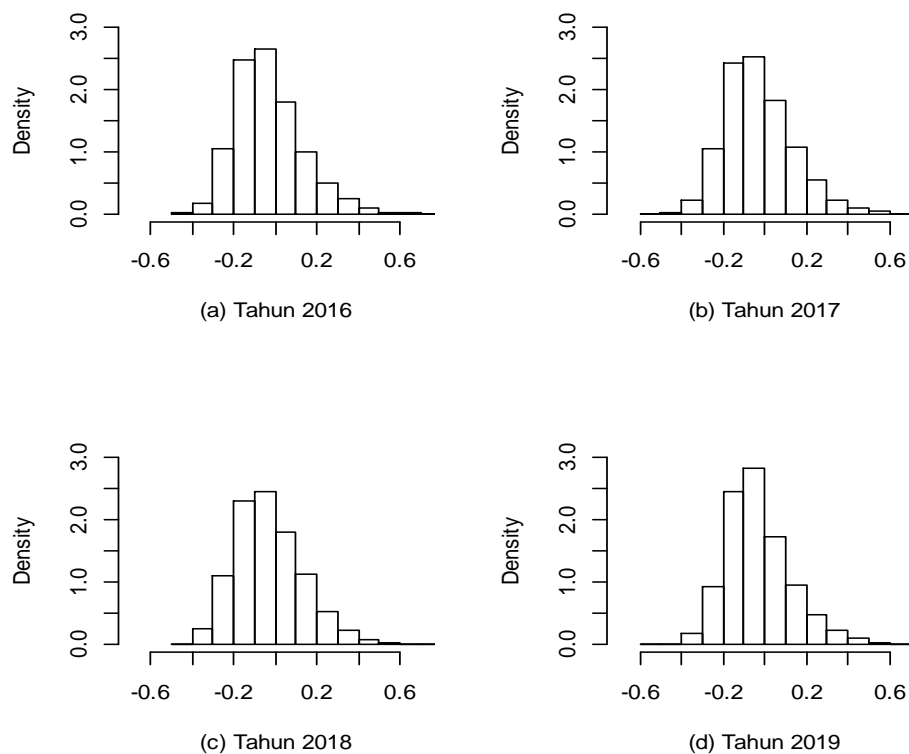
Tabel 3. Nilai- p bootstrap

Tahun	Nilai- p
2011	0,0509
2012	0,0331
2013	0,0348
2014	0,0491
2015	0,0251
2016	0,0342
2017	0,0418
2018	0,0522
2019	0,0211

Berdasarkan metode bootstrap dengan pengulangan $B=10.000$ kali maka diperoleh nilai- p pada Tabel 3. Pada Tabel 3 terlihat bahwa nilai- p pada tahun 2012 sampai dengan 2019 kecuali tahun 2018 lebih kecil dari 0.05 sehingga H_0 ditolak yang berarti bahwa terdapat autokorelasi spasial atau keterkaitan antara satu wilayah dengan wilayah lain yang berbatasan. Dari uji autokorelasi spasial menggunakan metode bootstrap juga diperoleh histogram pada Gambar 3 yang merupakan gambaran distribusi dari indeks Moran berdasarkan metode bootstrap. Data yang digunakan adalah kelebihan kebutuhan padi dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2019. Berdasarkan histogram tersebut dan dengan menggunakan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov bahwa indeks Moran cenderung tidak berdistribusi normal. Demikian juga, dengan cara juga dapat diperoleh hasil yang sama untuk data tahun 2011 sampai dengan 2015.

Dari uji yang dilakukan dengan pendekatan normal Indeks Moran dan metode bootstrap, didapatkan nilai- p pendekatan normal Indeks Moran cenderung mengestimasi lebih besar dibandingkan metode bootstrap. Pada tahun 2012, 2015, 2016 dan 2019, pada kedua uji ini nilai- p lebih kecil dari tingkat signifikansi $\alpha=5\%$ sehingga H_0 sama-sama ditolak yang berarti bahwa terdapat autokorelasi spasial atau keterkaitan kelebihan pangan pokok antara satu wilayah dengan wilayah lain yang berbatasan. Berarti disimpulkan bahwa antar provinsi satu dengan yang lainnya

yang saling berbatasan memiliki kemiripan nilai atau mengindikasikan bahwa kelebihan dan kekurangan pangan pokok antar provinsi di Indonesia yang berbatasan saling berkorelasi.



Gambar 6. Histogram Nilai Indeks Moran Hasil Pembootstrapan berdasarkan Data Kelebihan Produksi Padi Tahun 2016 sampai dengan 2019

Penelitian seperti ini pernah dilakukan oleh Widi [1] yang melakukan identifikasi pola spasial rawan pangan di Kabupaten Minahasa Tenggara menggunakan indeks Moran (Moran's I) berdasarkan produksi pangan (padi, jagung, dan ubi kayu) dengan menggunakan data produksi pangan di kecamatan-kecamatan Minahasa Tenggara tahun 2011 namun tidak menggunakan metode bootstrap dalam menentukan hipotesis H_0 diterima atau tidak. Penelitian yang dilakukan oleh Widi memberikan karakteristik pola spasial daerah rawan pangan dan pengaruh indikator terhadap rawan pangan di suatu kecamatan memiliki korelasi dengan kecamatan yang lain. Dari penelitian Widi diperoleh dua kecamatan yang termasuk daerah rawan pangan yaitu kecamatan Pasan dan Tombato juga terdapat lima indikator rawan pangan yang mempunyai korelasi yang tinggi, indikator yang memiliki pengaruh terhadap rawan pangan antara lain presentase RKN dan presentase AHH sedangkan penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa dengan Indeks Moran Bootstrap untuk analisis kebutuhan (kelebihan dan kekurangan) pangan pokok, H_0 ditolak yang berarti bahwa terdapat autokorelasi spasial atau keterkaitan kelebihan atau kekurangan pangan pokok pada wilayah yang berbatasan.

Penelitian lain tentang metode bootstrap pernah dilakukan oleh Fallo [4] yang melakukan uji normalitas berdasarkan metode Anderson-Darling, Cramer-von Mises dan Liliefors menggunakan metode bootstrap pada data inflasi bulanan kota-kota di Bali dan Nusa Tenggara dari bulan Januari 2009 sampai bulan Juni 2013. Penelitian yang dilakukan Fallo untuk menguji kenormalan data yang telah diuji menggunakan tiga metode dan dilakukan resampling dengan metode bootstrap untuk melihat apakah H_0 diterima atau tidak. Dari penelitian Fallo diperoleh kesimpulan bahwa H_0 diterima yang berarti data berdistribusi normal. Sedangkan penelitian ini dilakukan uji autokorelasi

spasial dengan Indeks Moran untuk menentukan H_0 diterima atau tidak, pada penelitian ini juga digunakan metode bootstrap untuk memperoleh distribusi Indeks Moran dan nilai- p dengan membangkitkan data baru dari data sebelumnya sebanyak $B=10.000$ kali. Demikian juga penelitian terkait lain dilakukan pada [5], namun indeks yang digunakan adalah indeks Getis Ord.

Kesimpulan

Sesuai dengan hasil perhitungan dan pembahasan analisis kebutuhan pangan pokok menggunakan Indeks Moran berdasarkan Metode Bootstrap dengan data Produksi Tanaman Pangan dan Jumlah Penduduk pada provinsi-provinsi di Indonesia pada tahun 2011 sampai dengan 2019 yang diasumsikan berdistribusi normal, diperoleh nilai- p pendekatan normal Indeks moran cenderung mengestimasi lebih besar dibandingkan dengan bila digunakan metode bootstrap. Penelitian ini dapat dikembangkan untuk data spasial yang lain dan juga dengan menggunakan indeks autokorelasi yang lain seperti Indeks Geary dan Indeks lainnya dalam Statistika Spasial.

Daftar Pustaka

- [1] C. A. Widi, A. Setiawan, and E. Sedyono, "Identifikasi Pola Spasial Wilayah Rawan Pangan di Kabupaten Minahasa Tenggara Menggunakan Moran's I," *Pros. SNTI 2013 Univ. TARumanegara*, pp. 910–920, 2013.
- [2] E. Sulistianto, W. Fahrizal, and M. Freddy, "Autokorelasi Spasial Produksi Perikanan Tangkap Laut Di Kalimantan Timur," *J. Harpodon Borneo*, vol. 11, no. 1, pp. 23–31, 2018.
- [3] Sukarna, Awi, and Sutamrin, "Analisis Spasial Sebaran Penyakit Menular Kota Makassar Tahun 2018," *Barekeng J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 14, no. 1, pp. 113–122, 2020, doi: 10.30598/barekengvol14iss1pp113-122.
- [4] J. O. Fallo, A. Setiawan, and B. Susanto, "Uji Normalitas Berdasarkan Metode Anderson-Menggunakan Metode Bootstrap," no. November, pp. 978–979, 2013.
- [5] Y. N. Yenusi, A. Setiawan, and L. Linawati, "Analisis Spasial berdasarkan Indeks Getis Ord Data Laju Inflasi Tahunan di Pulau Sumatra," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 6, no. 1, pp. 61–71, doi: 10.28932/jutisi.v6i1.2317.
- [6] Banerjee, *Hierarchical Modeling and Analysis for Spatial Data*. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 2004.
- [7] P. J. Diggle, *Statistical analysis of spatial and spatio-temporal point patterns, third edition*. 2013.
- [8] Y. Yamagata and H. Seya, Eds., *Spatial Analysis Using Big Data*. 2020.
- [9] E. Budiyanto, *Sistem Informasi Geografis dengan ArcView GIS*, I. Yogyakarta: Penerbit Andy, 2010.
- [10] R. Kosfeld, "Spatial Econometric," *Draft*, 2006. [Online]. Available: <http://www.scribd.com>. [Accessed: 05-Apr-2020].
- [11] D. A. Griffith and J. H. Paelinck, *Non-standard Spatial Statistics and Spatial Econometrics*. New York: Springer, 2011.
- [12] L. Jay and D. W. S. Wong, *Statistical Analysis with ArcView Gis*. New York: John Wiley and sond, 2001.