

Ketahanan Pangan, Air, Energi Dan Pertanian: Analisis Sebaran Spasial Dan Clustering Provinsi Di Indonesia

Aditya Idris, Muh Hizbul ZM

Masyarakat Umum

Correspondence Email: latervilla@gmail.com

Abstrak: Ketahanan pangan menjadi hal yang diupayakan terutama bagi negara yang memiliki penduduk yang sangat banyak, guna memenuhi kebutuhan pangan penduduknya, termasuk Indonesia.. Nilai indeks ketahanan pangan dapat dibangun dari beberapa indikator diantaranya air, energi dan pertanian serta ketahanan pangan itu sendiri. Saat ini ketahanan pangan menjadi isu strategis karena menjadi indikator dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran spasial dari indikator yang digunakan serta melihat perkembangan indikator ketahanan pangan, air, energi dan pertanian berdasarkan klasterisasi provinsi di Indonesia. Data dalam penelitian ini dikumpulkan dari berbagai instansi terkait dengan menggunakan tujuh variabel berdasarkan indikator-indikator tersebut. Klasterisasi ini dianalisis menggunakan metode K-Medoids berdasarkan model terbaik. Nilai indeks DBI menghasilkan dua klaster yang dikategorikan sebagai provinsi dengan peningkatan terbaik dari indikator-indikator yang digunakan. Klaster 1 yang terdiri dari 14 Provinsi lebih baik dibandingkan dengan klaster 2 dari sisi indikator air, energi dan pertanian. Sedangkan klaster 2 yang terdiri dari 20 Provinsi lebih baik dari indikator ketahanan pangan. Upaya dalam menguatkan ketahanan pangan, air, energi dan pertanian di provinsi-provinsi di Indonesia dapat dilakukan berdasarkan hasil klasterisasi yang telah dilakukan. Prioritas kebijakan provinsi pada klaster 1 dapat difokuskan pada memperkuat ketahanan pangan, sedangkan klaster 2 fokus pada peningkatan indikator air, energi dan pertaniannya.

Kata kunci: Ketahanan Pangan, Klasterisasi, Sebaran Spasial.

***Abstract:** Food security is a crucial concern, especially for countries with a large population, in order to meet the food needs of the Indonesian population. The food security index can be constructed based on several indicators, including water, energy, agriculture, and food security itself. Currently, food security has become a strategic issue as an indicator in meeting the needs of the population. This research aims to determine the spatial distribution of the indicators used and assess the development of food security, water, energy, and agriculture indicators based on provincial clustering in Indonesia. Data for this research was collected from various relevant institutions, using seven variables based on these indicators. This clustering was analyzed using the K-Medoids method based on the best model. The Davies-Bouldin Index (DBI) value resulted in two clusters, categorized as provinces with the best improvement in the indicators used. Cluster 1, consisting of 14 provinces, performed better in terms of water, energy, and agriculture indicators compared to Cluster 2. Meanwhile, Cluster 2, comprising 20 provinces, excelled in terms of food security indicators. Efforts to strengthen food security, water, energy, and agriculture in Indonesian provinces can be based on the clustering results. Provincial policy priorities in Cluster 1 can focus on enhancing food security, while Cluster 2 can focus on improving water, energy, and agricultural indicators.*

Keywords: Clustering, Food Security, Spatial Distribution

Article History :

Received; 13-09-2023; Revised; 05-10-2023; Accepted; 04-11-2023

PENDAHULUAN

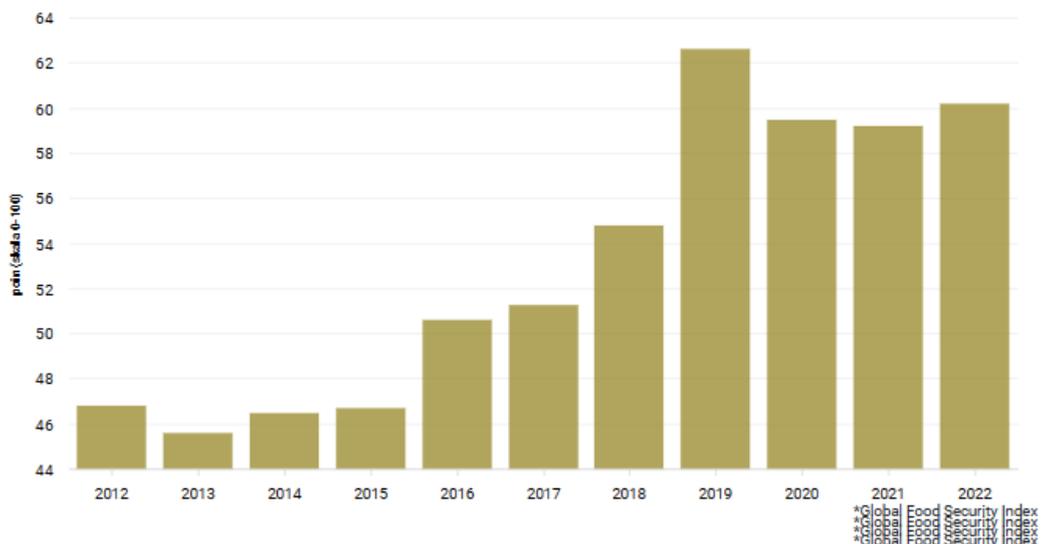
Pangan merupakan kebutuhan yang paling mendasar dan paling esensial dalam mempertahankan hidup dan kehidupan manusia (Nugroho, 2018). Ketahanan pangan bagi



This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

suatu negara menjadi hal yang penting, terutama untuk negara yang memiliki penduduk yang sangat banyak, seperti Indonesia yang diproyeksikan memiliki penduduk sebanyak 324 Juta jiwa pada tahun 2045 (Chaireni et al., 2020). Berdasarkan mandat UU Pangan menjelaskan bahwa pemenuhan pangan diselenggarakan berdasarkan kedaulatan pangan, kemandirian pangan dan ketahanan pangan serta dapat dilakukan dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam, sumber daya manusia, sosial, ekonomi dan kearifan lokal secara optimal dan bermartabat (*food resiliency*) serta menentukan kebijakan pangan secara berdaulat dan mandiri (*food sovereignty*).

Ketahanan pangan merupakan faktor yang sangat penting untuk membangun sebuah negara, terutama negara berkembang. Hal ini terjadi karena terdapat dua peranan penting terkait ketahanan pangan, sehingga menjadi tujuan dalam membangun perekonomian suatu negara (Dharshinni & Fandi, 2022). Selain itu, ketahanan pangan dibangun oleh tiga sistem antara lain (1) Keamanan dan ketersediaan pangan (2) Distribusi pasokan pangan yang menjangkau keseluruhan wilayah (3) Konsumsi yang cukup serta gizi yang terpenuhi untuk setiap masyarakat (Wibowo, 2020).



Sumber: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/>

Gambar 1. Indeks Ketahanan Pangan Indonesia Tahun 2012 – 2022

Ketahanan pangan Indonesia kembali menguat pada Tahun 2022, setelah sempat mengalami pelemahan pada dua tahun terjadinya pandemi *Covid-19*. Berdasarkan data *Global Food Security Index* (GFSI), Indeks Ketahanan Pangan (IKP) Indonesia Tahun 2022 berada pada level Indeks 60,2. Namun, ketahanan pangan Indonesia tersebut masih di bawah rata-rata Global yang memiliki Indeks 62,2 dan juga lebih rendah dibandingkan dengan rata-rata Asia Pasifik yang memiliki Indeks 63,4.

Saat ini, ketahanan pangan menjadi isu strategis sebagai indikator dalam pemenuhan kebutuhan dan konsumsi serta kesejahteraan masyarakat karena dapat menentukan kestabilan perekonomian, sosial dan politik dalam suatu negara (Apriyanto & Rujiah, 2021). Ketahanan pangan di Indonesia, terkait dengan beberapa indikator lainnya yang diduga memiliki hubungan dan keterkaitan yang erat dengan Ketahanan Pangan. Indikator-indikator tersebut antara lain air, energi dan pertanian.

Daya dukung lingkungan berupa penyediaan sumber air memiliki hubungan erat dan



dengan terkait jumlah produksi pangan, karena dapat mengoptimalkan hasil pertanian sebagai penyokong ketersediaan pangan yang terus dapat ditingkatkan (Mulawarman et al., 2019). Peningkatan produktivitas air mempunyai peranan yang sangat penting untuk menghadapi kompetisi dan kelangkaan penggunaan sumber daya guna pencegahan terhadap kerusakan lingkungan serta ketahanan pangan (Farida et al., 2018).

Sulitnya menanggulangi masalah pangan di Indonesia juga rawan disebabkan oleh kekurangan sumber daya energi. Konsumsi energi yang tidak dibarengi dengan ketersediaan energi yang cukup dapat membuat sistem ketahanan pangan menjadi terganggu akibat tidak seimbang proporsi pengeluaran pangan (Anzaini et al., 2022). Sektor pangan dan ketersediaan energi merupakan dua hal yang saling terintegrasi antara satu dengan lainnya. *Global Canopy Programme* memperlihatkan suatu *trend* yang membahayakan dalam proses perancangan target ketahanan pangan dan sumber energi di Indonesia, jika hal tersebut tidak diantisipasi dengan baik.

Sektor pertanian menjadi komponen utama dan memiliki peranan yang paling strategis dalam upaya dukungan untuk ketahanan pangan di hampir semua negara di dunia (Bukhtiarova et al., 2019). Sektor pertanian memiliki kontribusi untuk ketahanan pangan melalui penyediaan asupan gizi, ketersediaan pangan, stabilisasi harga pangan dan upaya pengentasan kemiskinan (Hidayah et al., 2022). Adanya keberlangsungan sektor pertanian secara berkelanjutan dapat menghasilkan produksi pertanian yang lebih berkualitas dan mempertahankan fungsi lahan pertanian guna meningkatkan produksi pertanian untuk ketahanan pangan serta ekosistem pertanian berdasarkan kebijakan pertanian di Indonesia (Ikhsani et al., 2020).

Implementasi dari indikator ketahanan pangan, air, energi dan pertanian memerlukan suatu strategi dan kebijakan yang tepat. Indonesia memerlukan sistem ketahanan pangan yang lebih baik ke depannya mengingat pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat setiap tahunnya. Pada dasarnya, penentuan strategi dapat dilakukan dan disesuaikan dengan kebutuhan serta kondisi dari masing-masing wilayah atau provinsi di Indonesia agar implementasi yang akan dilakukan dapat berjalan efektif dan optimal. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan klusterisasi provinsi-provinsi di Indonesia menggunakan indikator-indikator dan variabel terkait ketahanan pangan, air, energi dan pertanian.

Beberapa penelitian terkait klusterisasi dengan subjek “Ketahanan Pangan” pernah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu. Audi Ramadhan, et al (2021) pernah melakukan penelitian terkait pembagian Indeks Ketahanan Pangan untuk provinsi-provinsi di Indonesia. Penelitian tersebut memberikan hasil klusterisasi yaitu terdapat 7 provinsi dengan Indeks Ketahanan Pangan (IKP) tinggi, 24 Provinsi dengan IKP sedang dan 3 Provinsi dengan IKP rendah (Ramadhan et al., 2021). Penelitian lain juga pernah dilakukan oleh Luth Fimawahib et al (2022). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penggunaan metode *K-Medoids* menghasilkan 2 kluster untuk kabupaten/kota di Provinsi Riau berdasarkan produksi pertanian untuk optimalisasi ketahanan pangan (Fimawahib et al., 2022). Berdasarkan penelitian tersebut, maka dibutuhkan penelitian terkait keterkaitan wilayah di Indonesia berdasarkan indikator ketahanan pangan, air, energi dan pertanian dengan menggunakan analisis sebaran spasial dan *clustering* dengan metode Algoritma *K-Medoids*.

Pemetaan atau *clustering* dapat menjadi suatu metode yang digunakan dalam membantu menentukan dasar kebijakan dengan mengamati hasil karatertistik antar wilayah yang diteliti. *Clustering* merupakan metode statistik yang dapat membagi data ke dalam beberapa kelompok sehingga dapat diketahui pola hubungan antar wilayah atau kelompok (Anggoro et al., 2022) . Metode *K-Medoids* merupakan metode yang bertujuan untuk mengurangi sensitivitas dari partisi yang dihasilkan sehubungan dengan nilai-nilai ekstrim yang terdapat dalam dataset dan penggunaan medoids tidak berdasarkan dari pengamatan



mean yang dimiliki oleh setiap *cluster* (Supriyadi et al., 2021). Metode *K-Medoids* mirip dengan *Metode K-Means*, dimana *K-Means* sangat sensitif terhadap *outlier* sehingga mampu diatasi oleh *K-Medoids* (Safitri et al., 2021).

Berdasarkan fenomena dan justifikasi tersebut, maka penelitian ini memiliki tujuan untuk melihat sebaran spasial dari indikator ketahanan pangan, air, energi dan pertanian serta melihat perkembangan implementasi dari ketahanan pangan berdasarkan hasil klusterisasi provinsi di Indonesia menggunakan metode *K-Medoids*. Metode klusterisasi merupakan alat yang tepat dalam mengatasi berbagai ketidaktepatan dari spesifikasi hipotesis serta informasi yang diperoleh pada satu *dataset* (Malathi & Kavitha, 2019). Kriteria pemetaan dengan menggunakan indikator ketahanan pangan, air, energi dan pertanian didasarkan pada variabel-variabel yang mewakili indikator-indikator tersebut. Sehingga luaran dari adanya penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh Pemerintah Pusat dan Pemerintah Provinsi masing-masing serta pihak-pihak terkait lainnya dalam melakukan evaluasi serta pengawasan terkait dari implementasi hasil penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis data berupa data sekunder Tahun 2022 yang diperoleh dari berbagai sumber, baik instansi maupun publikasi lembaga. Data yang digunakan merupakan variabel terkait dengan indikator ketahanan pangan, air, energi dan pertanian. Tabel 1 memperlihatkan *dataset* dengan 7 variabel berdasarkan indikator yang digunakan dengan unit penelitian mencakup 34 Provinsi di Indonesia.

Data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain variabel Indeks Ketahanan Pangan (IHP) di Indonesia. Variabel indeks kualitas air dan variabel jumlah Daerah Aliran Sungai (DAS) mewakili indikator air. Variabel potensi energi terbarukan dan variabel kapasitas energi yang terpasang mewakili indikator energi. Dan variabel produktivitas petani dan variabel persentase luas lahan dan perairan mewakili indikator pertanian.

Tabel 1. *Dataset* Penelitian

Variabel	Deskripsi	Sumber Data
X_1	Persentase Indeks Ketahanan Pangan (%)	Badan Pangan Nasional
X_2	Persentase luas lahan dan perairan (%)	Badan Pusat Statistik
X_3	Persentase Produktivitas Petani (%)	Badan Pusat Statistik
X_4	Persentase Indeks Kualitas Air (%)	Kementerian PUPR
X_5	Jumlah Potensi Energi Terbarukan	IESR
X_6	Jumlah Kapasitas Energi yang Terpasang	IESR
X_7	Jumlah Daerah Aliran Sungai (DAS)	Kementerian PUPR

Metode penelitian yang digunakan digunakan adalah metode kuantitatif yang akan menghasilkan analisis deskriptif dan analisis statistik inferensial. Analisis deskriptif disajikan dalam bentuk tabel analisis deskriptif dan berupa peta Spasial untuk melihat sebaran dan gambaran mengenai variabel yang digunakan pada masing-masing provinsi di Indonesia. Sedangkan analisis statistik inferensial yang akan digunakan adalah analisis *clustering* dengan menggunakan metode Algoritma *K-Medoids*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistik Deskriptif

Tahap awal yang dilakukan adalah memperlihatkan analisis statistik deskriptif terhadap 7 variabel yang digunakan pada seluruh wilayah Provinsi di Indonesia yang diperlihatkan pada

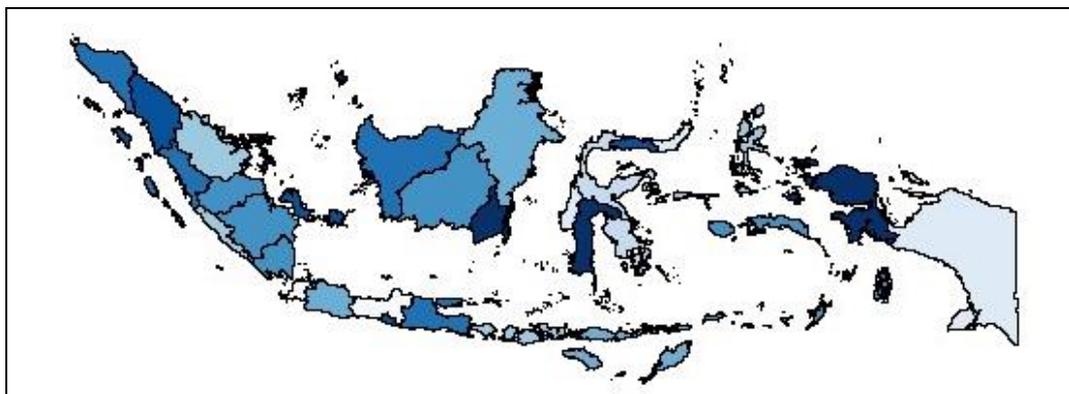


Tabel 2. Indikator Indeks Ketahanan Pangan (IKP) memperlihatkan rata-rata sebesar 72,239 persen. Berdasarkan indikator air, indeks kualitas air memiliki rata-rata sebesar 53,991 persen dan jumlah Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki rata-rata 111,029 (Unit). Pada indikator energi, potensi energi terbarukan memiliki rata-rata sebesar 12731,088 (Unit) dan kapasitas energi yang terpasang dengan rata-rata 201,059 (Unit). Pada indikator pertanian, persentase luas lahan dan perairan memiliki rata-rata 2,942 persen dan produktivitas petani memiliki rata-rata 45,978 persen.

Tabel 2. Statistik Deskriptif

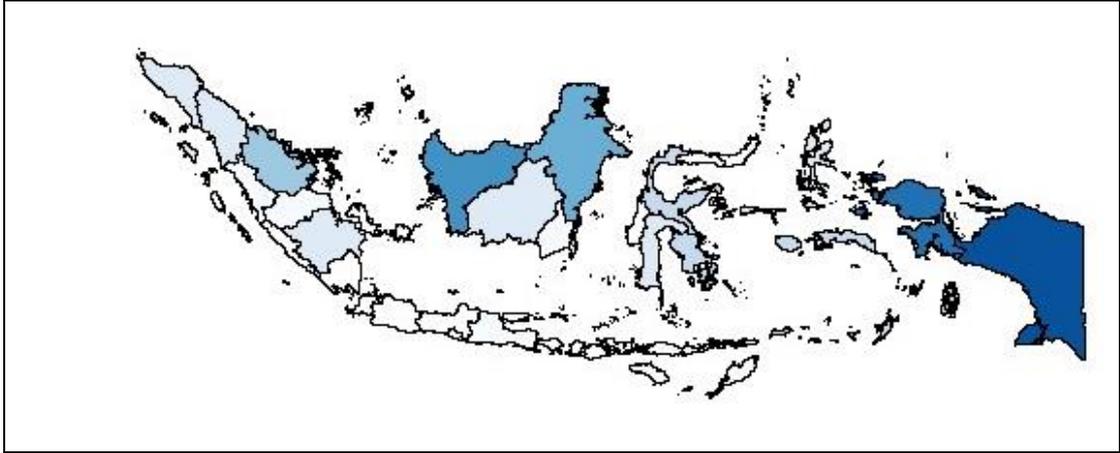
Variabel	Mean	Variance	Std. Deviasi	Minimum	Maksimum
X_1	72,239	80,389	8,966	45,92	85,19
X_2	2.942	19,729	4,441	0,01	24,16
X_3	45,978	67,853	8,237	29,94	60,27
X_4	53,991	28,226	5,313	41,5	65,63
X_5	12731,088	69129654,2	8314,424	356	26841
X_6	201,059	309954,845	556,736	0	3184
X_7	111,029	16438,817	128,214	3	569

Selain itu, diperlihatkan pula sebaran spasial dari variabel-variabel yang digunakan pada masing-masing provinsi di Indonesia seperti yang terlihat pada Gambar 2 - Gambar 8 di bawah. Sebaran peta spasial yang dihasilkan berdasarkan variabel-variabel yang digunakan memperlihatkan sebaran yang cukup beragam. Terlihat bahwa semakin pekat warna yang dihasilkan pada satu provinsi, maka semakin tinggi pula nilai yang dihasilkan oleh masing-masing provinsi tersebut berdasarkan variabel-variabel yang digunakan.

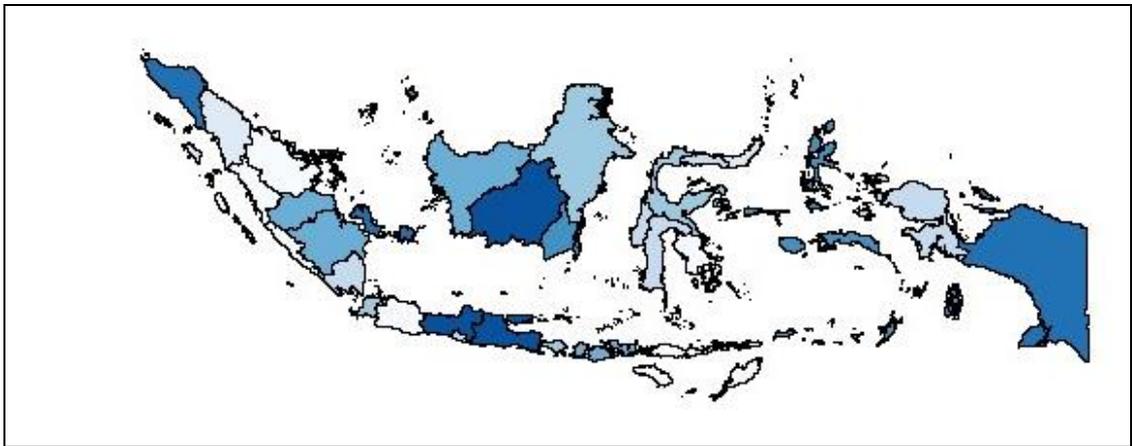


Gambar 2. Peta Sebaran Spasial Indeks Ketahanan Pangan (IKP) Menurut Provinsi di Indonesia Tahun 2022

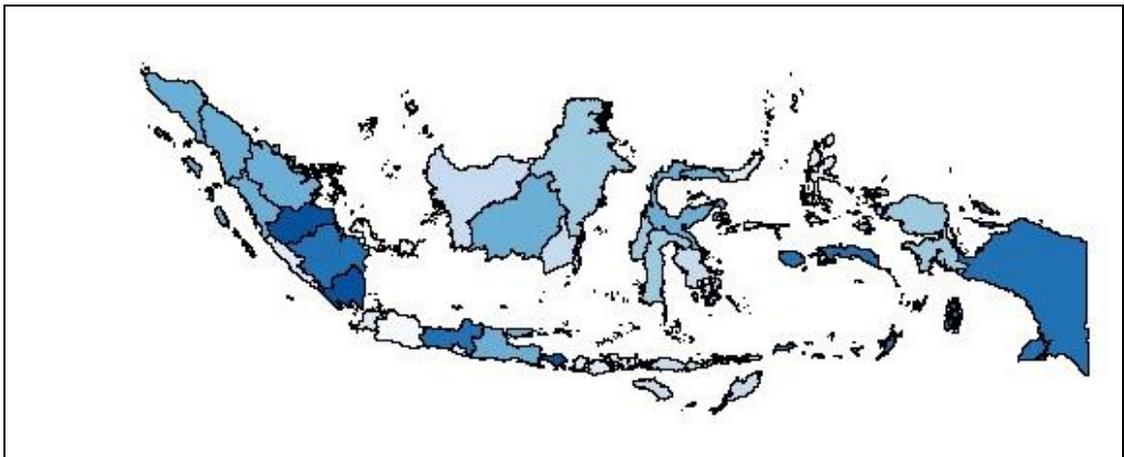




Gambar 3. Peta Sebaran Spasial Persentase Luas Lahan dan Pertanian Menurut Provinsi di Indonesia Tahun 2022

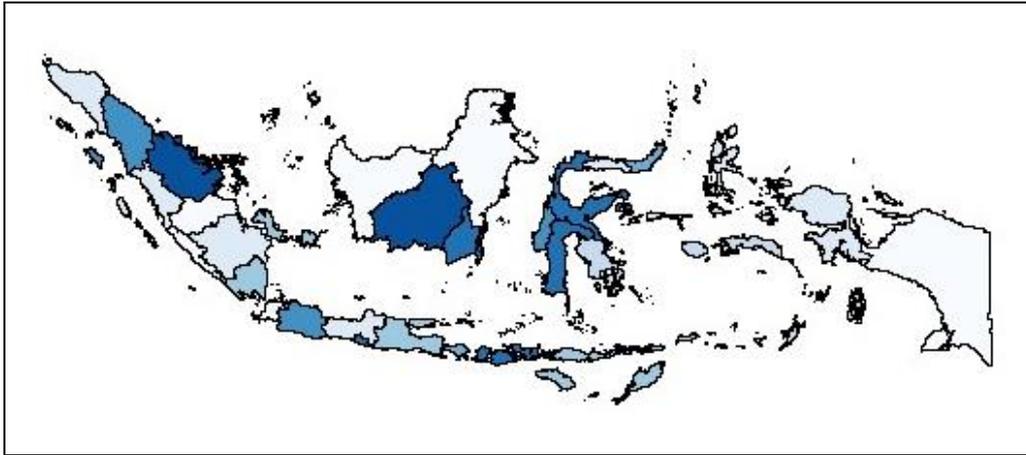


Gambar 4. Peta Sebaran Spasial Produktivitas Petani Menurut Provinsi di Indonesia Tahun 2022

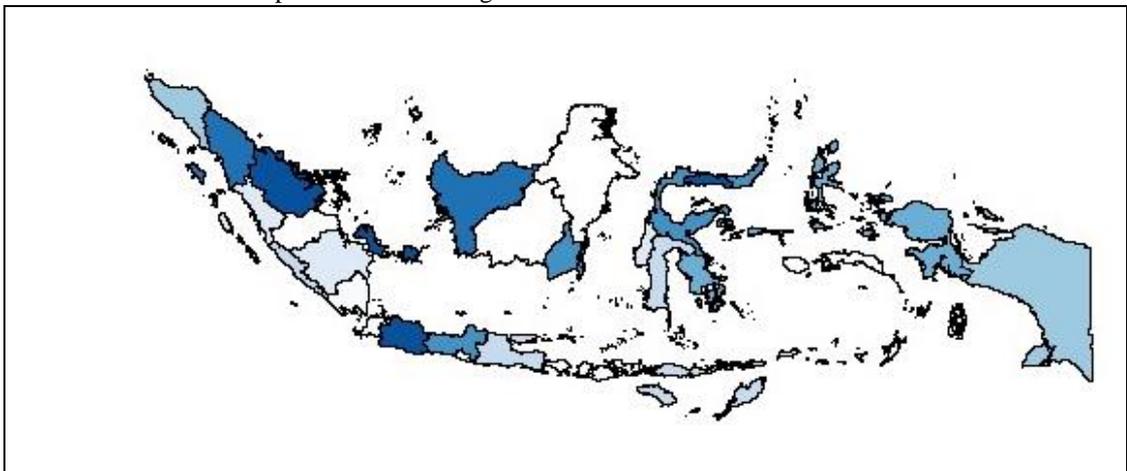


Gambar 5. Peta Sebaran Spasial Indeks Kualitas Air Menurut Provinsi di Indonesia Tahun 2022

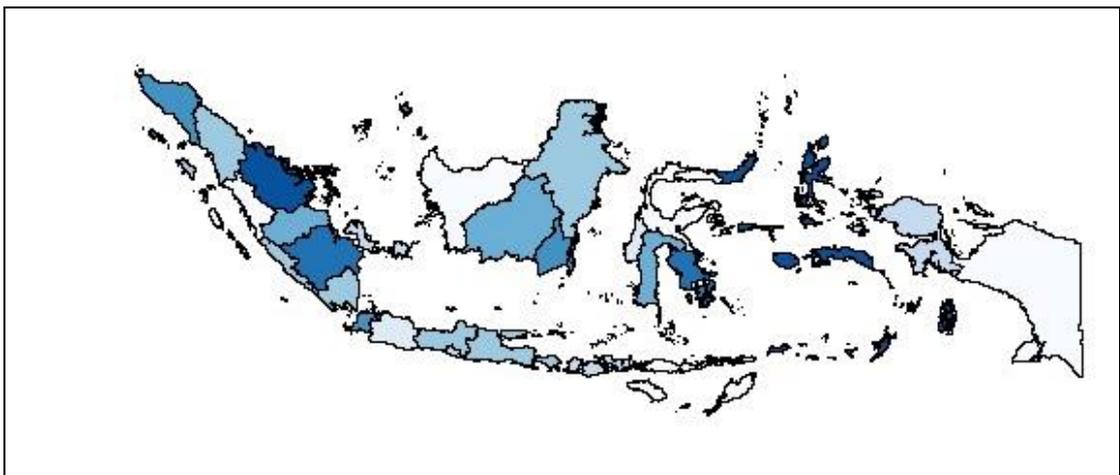




Gambar 6. Peta Sebaran Spasial Potensi Energi Terbarukan Menurut Provinsi di Indonesia Tahun 2022



Gambar 7. Peta Sebaran Spasial Kapasitas Energi yang Terpasang Menurut Provinsi di Indonesia Tahun 2022



Gambar 8. Peta Sebaran Spasial Jumlah Daerah Aliran Sungai (DAS) Menurut Provinsi di Indonesia Tahun 2022

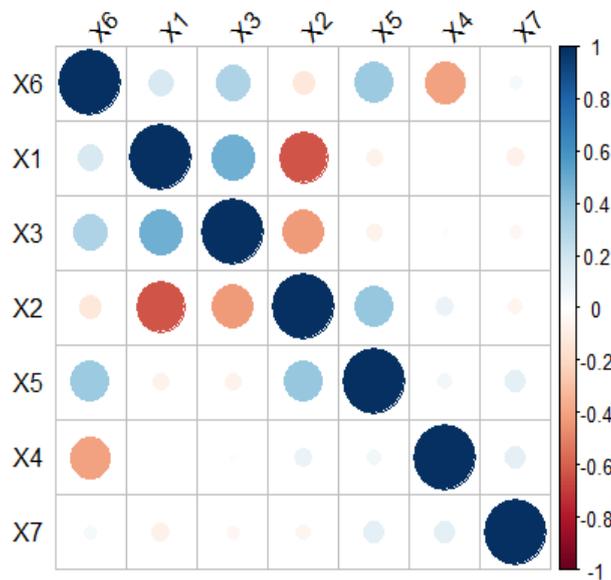
Sumber: Data Diolah dari Berbagai Sumber, 2023.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Analisis Korelasi

Hal yang dilakukan berikutnya adalah melakukan korelasi antar variabel. Analisis korelasi adalah suatu metode yang digunakan untuk mengukur dan mengetahui hubungan antar dua variabel atau lebih, serta dapat dilihat pula seberapa kuat hubungan antar variabel yang diamati. Berdasarkan dari hasil analisis korelasi yang diperlihatkan pada Gambar 9, terlihat bahwa sepanjang diagonal memperlihatkan variabel yang berkorelasi dengan dirinya sendiri. Selain itu, terlihat beberapa variabel yang berkorelasi secara positif dengan variabel lainnya seperti variabel Indeks Ketahanan Pangan (X_1) yang berkorelasi cukup kuat dengan variabel produktivitas petani (X_3) dan juga variabel persentase luas lahan dan perairan (X_2) dan variabel potensi energi terbaruka (X_5) dengan korelasi yang cukup kuat. Sedangkan variabel Indeks Ketahanan Pangan (X_1) memperlihatkan korelasi negatif dengan variabel persentase luas lahan dan perairan (X_2), begitu pula dengan variabel indeks kualitas air (X_4) dengan variabel jumlah Daerah Aliran Sungai (X_6) yang juga berkorelasi negatif antar variabel.

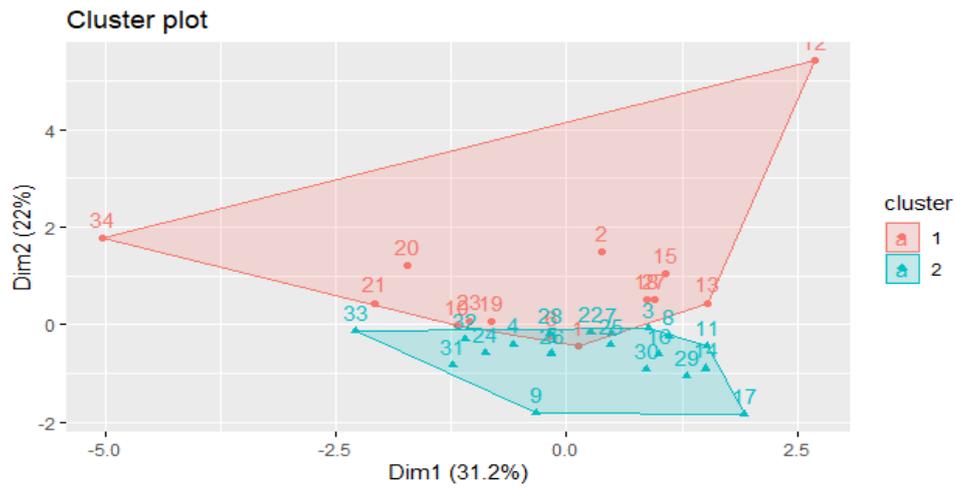


Gambar 9. Plot Korelasi Antar Variabel

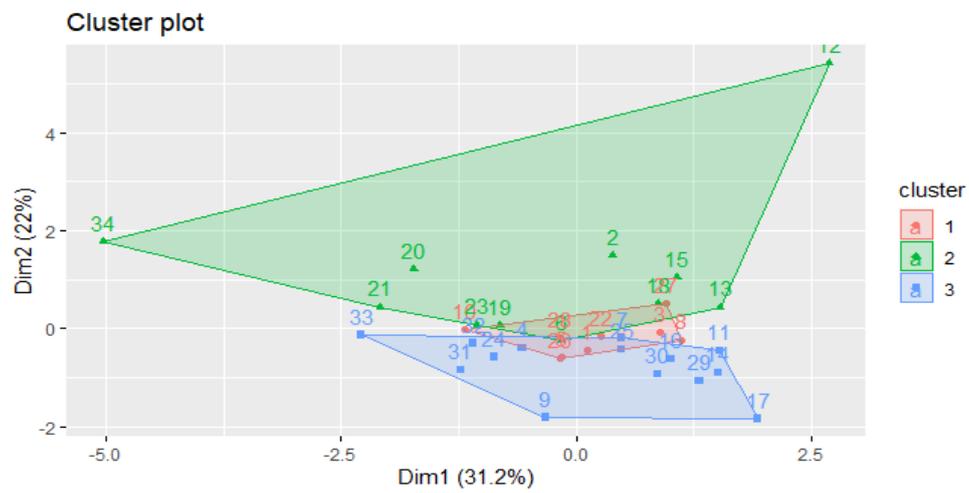
Hasil Clustering K-Medoids

Clustering yang dilakukan dengan Algoritma *K-Medoids* digunakan dalam mengelompokkan provinsi-provinsi di Indonesia berdasarkan variabel-variabel dari indikator ketahanan pangan, indikator air, indikator energi dan indikator pertanian. Hasil dari clustering ini dapat memudahkan dalam melakukan pemetaan untuk implementasi indikator-indikator yang digunakan karena akan mengelompokkan provinsi-provinsi di Indonesia berdasarkan kecenderungan kemiripan karakteristik satu wilayah yang akan terbentuk dalam 1 cluster yang sama. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, maka dihasilkan plot clustering yang dimulai dari 2 kluster sampai 5 kluster. Plot hasil pengelompokkan dapat dilihat pada Gambar 10 – Gambar 13 berikut.

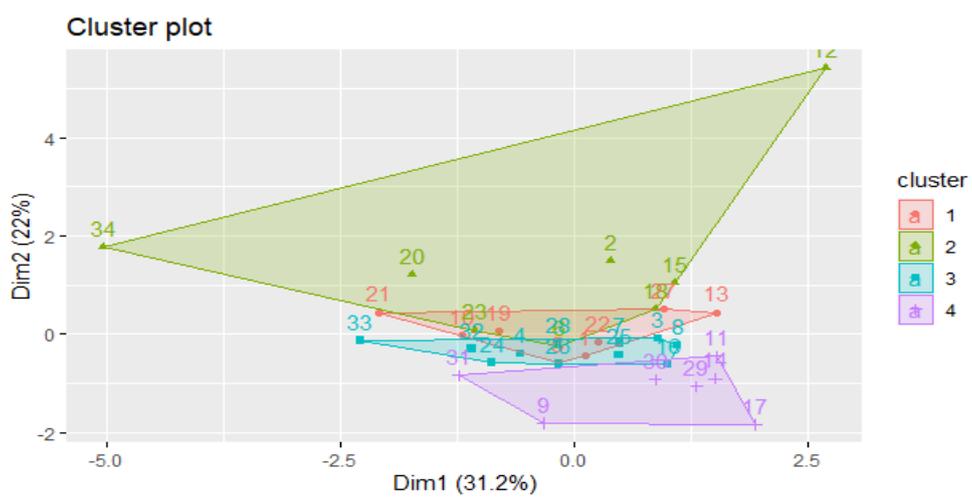




Gambar 10. Cluster Plot untuk K=2

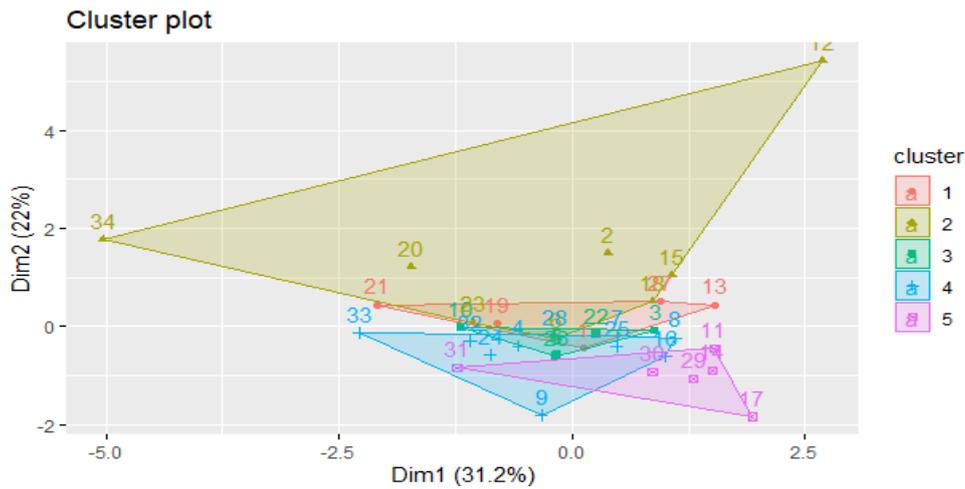


Gambar 11. Cluster Plot untuk K=3



Gambar 12. Cluster Plot untuk K=4





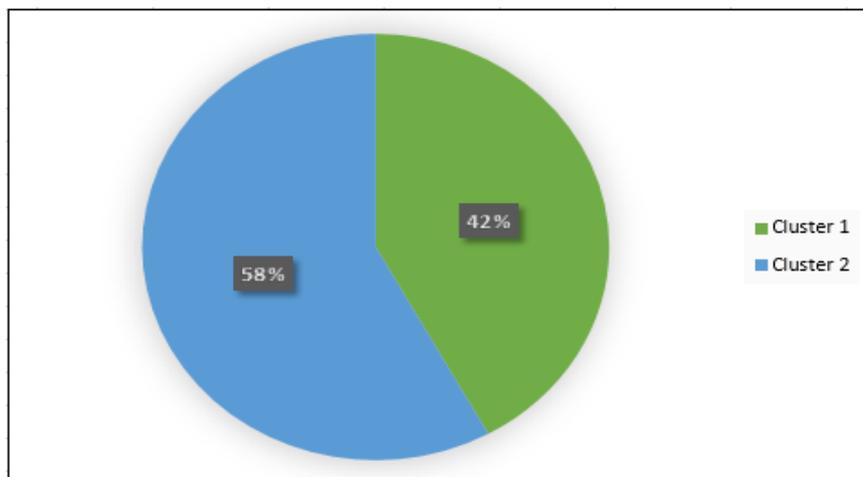
Gambar 13. Cluster Plot untuk K=5

Untuk menentukan *cluster plot* terbaik, maka dilakukan pengukuran validitas *cluster* menggunakan *Davies Bouldin Index* (DBI). Nilai DBI dari masing-masing *cluster plot* dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil *Davies Bouldin Index*

Cluster	<i>Davies Bouldin Index</i>
K = 2	0,4835969
K = 3	0,6454065
K = 4	0,7142758
K = 5	0,676137

Berdasarkan Tabel 3 di atas, maka diperoleh hasil bahwa nilai DBI paling kecil adalah K=2 dengan nilai sebesar 0,4835969. Sehingga diketahui bahwa *cluster plot* yang terbentuk adalah 2 klaster berdasarkan hasil validasi penentuan *cluster plot* menggunakan nilai DBI. Secara visualisasi, klaster 1 diperlihatkan oleh *plot* berwarna hijau dan klaster 2 diperlihatkan oleh *plot* berwarna biru.



Gambar 14. Persentase Wilayah untuk *Cluster Plot* Terbaik yang Terbentuk



Tabel 4. Klasifikasi Masing-Masing Provinsi Hasil *Clustering*

Provinsi	Klaster	Provinsi	Klaster	Provinsi	Klaster	Provinsi	Klaster
Aceh	1	Kalimantan Tengah	1	DKI Jakarta	2	Gorontalo	2
Sumatera Utara	1	Kalimantan Timur	1	Yogyakarta	2	Sulawesi Barat	2
Sumatera Selatan	1	Sulawesi Selatan	1	Banten	2	Maluku	2
Kep Riau	1	Papua	1	Bali	2	Maluku Utara	2
Jawa Barat	1	Sumatera Barat	2	Kalimantan Selatan	2	Papua Barat	2
Jawa Tengah	1	Jambi	2	Kalimantan Utara	2		
NTB	1	Bengkulu	2	Sulawesi Utara	2		
NTT	1	Lampung	2	Sulawesi Tengah	2		
Kalimantan Barat	1	Bangka Belitung	2	Sulawesi Tenggara	2		

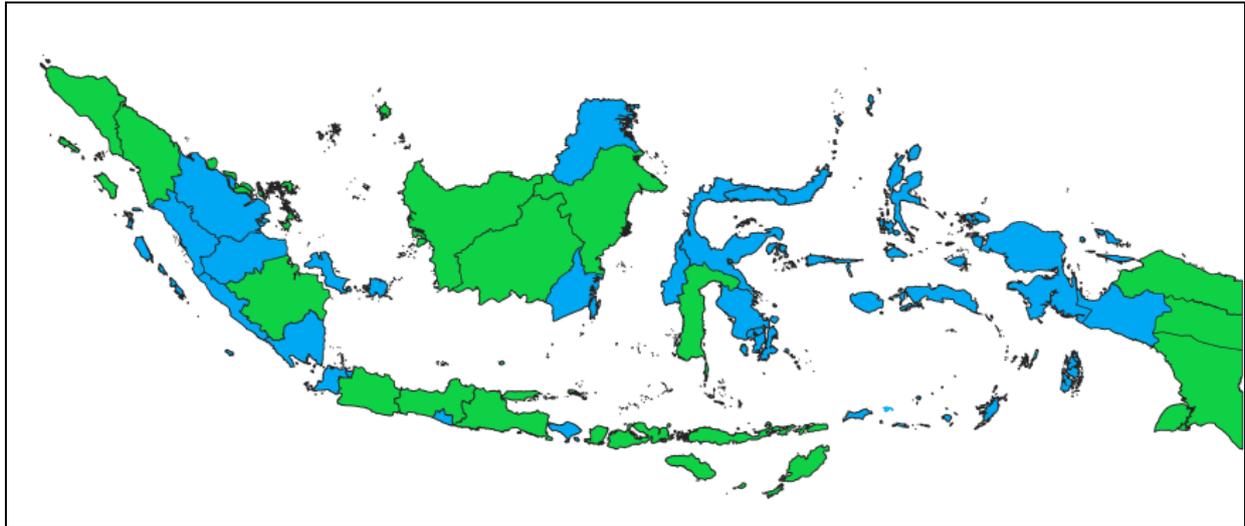
Berdasarkan Tabel 4 di atas, diketahui bahwa hasil *clustering* dengan menggunakan metode *K-Medoids* mayoritas provinsi di Indonesia masuk dalam klaster 2. Adapun provinsi untuk klaster 1 terdiri atas 14 provinsi antara lain Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Kepulauan Riau, Jawa Barat, Jawa Tengah, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Sulawesi Selatan dan Papua. Sedangkan klaster 2 terdiri atas 20 provinsi antara lain Sumatera Barat, Riau, Jambi, Bengkulu, Lampung, Kepulauan Bangka Belitung, DKI Jakarta, Yogyakarta, Banten, Bali, Kalimantan Selatan, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara dan Papua Barat.

Tabel 5. Nilai Rata-rata Variabel untuk Masing-masing *Cluster*

Variabel	\bar{X}	Cluster 1	Cluster 2
Indeks Ketahanan Pangan	72,24	71,99	72,44
Persentase Luas Lahan dan Perairan	2,94	4,39	1,93
Produktivitas Petani	45,98	45,99	45,96
Indeks Kualitas Air	53,99	54,39	53,17
Potensi Energi Terbarukan	12731,1	21482	6605,45
Kapasitas Energi yang Terpasang	201,059	376,714	78,1
Jumlah Daerah Aliran Sungai	111,029	128,928	98,5

Tabel 5 memperlihatkan nilai rata-rata dari hasil *clustering* masing-masing indikator berdasarkan variabel yang digunakan. Dapat diketahui bahwa klaster 1 berisikan provinsi yang memiliki variabel lebih baik dibandingkan provinsi yang terdapat pada klaster 2. Secara garis besar, klaster 1 memiliki karakteristik dengan nilai indikator air, indikator energi dan indikator pertanian lebih baik dibandingkan dengan klaster 2. Sedangkan klaster 2 hanya lebih baik pada indikator ketahanan pangan dibandingkan dengan klaster 1. Terdapat ketimpangan dengan *gap* yang cukup besar antara provinsi di klaster 1 dan klaster 2 pada indikator energi dengan variabel potensi energi terbarukan dan kapasitas energi yang terpasang. Sedangkan pada indikator air dan pertanian, ketimpangan yang terjadi tidak memiliki *gap* yang terlalu jauh.





Gambar 15. Hasil *Finalisasi Clustering* Berdasarkan Indikator Ketahanan Pangan, Air, Energi dan Pertanian pada Provinsi-Provinsi di Indonesia

Berdasarkan Gambar 15, diidentifikasi bahwa terdapat kecenderungan wilayah-wilayah yang termasuk ke dalam kluster 1 tersebar merata di hampir semua pulau-pulau besar di Indonesia. Provinsi-provinsi yang masuk ke dalam kluster 1 diketahui memiliki penduduk yang besar di wilayah kepulauannya masing-masing. Namun, provinsi pada kluster 1 ini masih memiliki Indeks Ketahanan Pangan yang lebih rendah. Padahal dari indikator air, energi dan pertanian jauh lebih baik. Hal ini dapat saja dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain faktor geografis yang ada, perbedaan sosial-ekonominya, kebijakan dan investasi pada masing-masing provinsi dari sisi indikator yang digunakan, sumber daya air dan pertanian dan faktor-faktor khusus lainnya.

Dalam mendukung capaian air, energi, pertanian dan ketahanan pangan di Indonesia merupakan tujuan yang sangat penting untuk pembangunan berkelanjutan dan kesejahteraan masyarakat. Dalam hubungannya dengan hasil analisis dan *clustering* provinsi-provinsi di Indonesia ini, dimana diperoleh hasil bahwa terdapat 2 kluster yang terbentuk, maka beberapa hal yang dapat dilakukan untuk mendukung capaian yang dimaksud adalah dengan mengintegrasikan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan dalam semua tindakan dan kebijakan yang berhubungan dengan air, energi, pertanian dan ketahanan pangan, terutama pada wilayah yang masih memiliki nilai indikator yang terbilang rendah. Selain itu, melibatkan pemangku kepentingan, termasuk masyarakat setempat dalam proses pengambilan keputusan dan pelaksanaan program menjadi hal yang sangat penting dalam mencapai hasil yang berkelanjutan.

Dalam hal ini, penting pula untuk menyusun rencana aksi yang terperinci, mengidentifikasi wilayah-wilayah prioritas berdasarkan kondisi lokal dan melakukan konsultasi dengan pemangku kepentingan terkait pada wilayah tersebut. Selain itu, sangat diperlukan pemantauan dan evaluasi yang berkelanjutan untuk dapat memastikan bahwa tindakan yang dilakukan dapat memberikan dampak yang lebih baik sesuai dengan yang diharapkan.

Setiap wilayah provinsi-provinsi di Indonesia mungkin saja memiliki satu tantangan serta kebutuhan yang berbeda. maka dari itu, penting untuk merancang solusi yang sesuai dengan kondisi dan konteks kebutuhan masing-masing provinsi. Fokus utama yang dapat dilakukan adalah wilayah dengan capaian indeks ketahanan pangan, air, energi dan pertanian yang masih rendah sesuai hasil sebaran spasial yang telah diberikan. Hal ini diharapkan dapat membantu dalam meningkatkan ketahanan pangan di provinsi-provinsi yang belum mencapai tingkat yang diinginkan. Demikian pula provinsi-provinsi yang masih menghadapi



kesulitan dalam mencapai hasil yang baik untuk indikator air, energi dan pertanian.

Pengembangan sektor air, energi dan pertanian hendaknya berfokus dan berkonsentrasi pada pengembangan lahan yang mulai terdegradasi pada provinsi-provinsi di Indonesia. Selanjutnya, potensi *trade-off* atau pertukaran dari target untuk lahan-lahan tersebut perlu diidentifikasi dan dikelola dengan baik dan terencana. Dalam konteks ini, rangkaian sistem pangan yang dilakukan terkait dengan air, energi dan pertanian merupakan kunci utama untuk ketahanan pangan Nasional.

KESIMPULAN

Penelitian ini dilakukan untuk melihat sebaran spasial indikator ketahanan pangan, air, energi dan pertanian serta melihat hasil klusterisasi provinsi-provinsi di Indonesia berdasarkan indikator-indikator tersebut. Berdasarkan hasil penelitian, klusterisasi berdasarkan indikator ketahanan pangan, air, energi dan pertanian terbagi menjadi dua klaster. Klaster 2 diisi oleh sebagian besar wilayah provinsi dengan 20 provinsi, sedangkan klaster 1 diisi oleh 14 provinsi. Hasil ini memberikan pemahaman bahwa provinsi-provinsi pada klaster 1 memiliki indikator air, energi dan pertanian yang lebih baik, namun cenderung belum optimal pada indikator ketahanan pangan, dimana klaster 2 memiliki nilai yang lebih baik.

Upaya dalam menguatkan ketahanan pangan, air, energi dan pertanian di provinsi-provinsi di Indonesia dapat dilakukan berdasarkan hasil klusterisasi yang telah dilakukan. Prioritas kebijakan provinsi pada klaster 1 dapat difokuskan pada memperkuat ketahanan pangan, sedangkan klaster 2 fokus pada peningkatan indikator air, energi dan pertaniannya. Hal yang dilakukan antara lain memperkuat kapasitas lokal, dalam artian membantu dalam memperkuat kapasitas Pemerintah Daerah masing-masing serta masyarakat setempat dalam mengelola sumber daya air, energi dan pertanian yang lebih baik. Hal ini dapat mencakup pelatihan, transfer teknologi serta pendidikan. Selain itu, kemitraan antar provinsi juga dapat dilakukan dengan cara mempelajari bagaimana suatu provinsi dapat meningkatkan indikator ketahanan pangan, air, energi dan pertanian mereka dan menerapkannya melalui pembelajaran pada provinsi yang masih bermasalah dengan indikator-indikator tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, F., Caraka, R. ., Ramadhani, M., Gio, P. ., Chen, R. ., & Pardemean, B. (2022). . Revisiting Cluster Vulnerabilities Towards Information and Communication Technologies in The Eastern Island of Indonesia Using Fuzzy C-Means. *Journal Sustainability*, 14(6), 3428.
- Anzaini, B. K., Gantini, T., & Srimenganti, N. (2022). Analisis Ketahanan Pangan berdasarkan Proporsi Pengeluaran dan Konsumsi Energi. *Jurnal Orchid Agri*, 2(2), 76–85.
- Apriyanto, M., & Rujiah. (2021). Analysis of Food Security Levels to Food Valuity Using GIS (Geographic Information System). *Journal of Food System and Agribusiness*, 5(1), 54–61.
- Bukhtiarova, A., Hayriyan, A., Chentsov, V., & Sokol, S. (2019). . Modeling The Impact Assessment Of Agricultural Sektor On Economic Development As A Basis For The Country's Investment Potential. *Invesment Management And Financial Innovations*, 16(3), 229–240.
- Chaireni, R., Agustanto, D., Wahyu, R. A., & Nainggolan, P. (2020). Ketahanan Pangan Berkelanjutan. *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan*, 2(2), 23–32.
- Dharshinni, N. ., & Fandi, C. (2022). Penerapan Metode K-Medoids Clustering untuk Mengelompokkan Ketahanan Pangan. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(4), 2301–2308. doi: 10.30865/mib.v6i4.4939
- Farida, Dasrizal, & Febriani, T. (2018). Review: Produktivitas Air Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air Pertanian di Indonesia. *Jurnal Spasial: Penelitam, Terapan Ilmu Geografi Dan Pendidikan Geografi*, 5(3), 65–72.



- Fimawahib, L., Bakti, I. R., & Supriyanto, A. (2022). Algoritma K-Medoids untuk Pengelompokan Produksi Padi dan Beras sebagai Upaya Optimalisasi Ketahanan Pangan di Provinsi Riau. *SATIN - Sains Dan Teknologi Informasi*, 8(2), 13–24.
- Hidayah, I., Yulhendri, & Susanti, N. (2022). Peran Sektor Pertanian dalam Perekonomian Negara Maju dan Negara Berkembang : Sebuah Kajian Literatur. *Jurnal Salingka Nagari*, 1(1), 28–37.
- Ikhsani, I. I., Tasya, F. E., Inati, U., Sihidi, I. T., Roziqin, A., & Romadhan, A. A. (2020). ARAH KEBIJAKAN SEKTOR PERTANIAN DI INDONESIA UNTUK MENGHADAPI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0. *Jurnal Administrasi Dan Kebijakan Publik*, V(2), 135–154.
- Malathi, K., & Kavitha, R. (2019). Recognition and Classification of Diabetic Retinopathy Utilizing Digital Fundus Image with Hybrid Algorithms. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(1), 109–122. <https://doi.org/10.35940/ijeat.A1058.109119>
- Mulawarman, A., Paddyatu, N., B, S., & Haupea, R. A. (2019). Daya Dukung Ketersediaan Air dan Pangan. *Jurnal LINEARS*, 2(2), 92–99. doi: <https://doi.org/10.26618/j-linears.v2i2>
- Nugroho, A. D. (2018). Pelaksanaan Program Upaya Khusus (Upsus) Swasembada Pangan Berkelanjutan di Kabupaten Kendal Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*.
- Ramadhan, A., Prawita, K., Izzudin, M. A., & Amandha, G. (2021). Analisis Strategi dan Klasterisasi Ketahanan Pangan Nasional dalam Menghadapi Pandemi Covid-19. *Jurnal Teknologi Pangan: Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 12(1), 110–122.
- Safitri, P. ., Aristawidya, R., & S.B, F. (2021). Klasterisasi Faktor-Faktor Kemiskinan di Provinsi Jawa Barat menggunakan K-Medoids Clustering. *Journal of Mathematic Education and Science*, 4(2), 75–80.
- Supriyadi, A., Triayudi, A., & Sholihati, I. . (2021). . Perbandingan Algoritma K-Means dengan K-Medoids pada Pengelompokan Armada Kendaraan Truk berdasarkan Produktivitas. 06, 229–240.
- Wibowo, E. . (2020). “Pembangunan Ekonomi Pertanian Digital Dalam Mendukung Ketahanan Pangan (Studi di Kabupaten Sleman: Dinas Pertanian, Pangan, dan Perikanan, Daerah Istimewa Yogyakarta). *Jurnal Ketahanan Nasional*, 26(2), 204.

