

Pemanfaatan Machine Learning dengan Algoritma X-Means untuk Pemetaan Luas Panen, Produktivitas, dan Produksi Padi Indonesia

Irma Hakim^{1,*}, M. Rafid², Fitri Anggraini³

¹Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar, Indonesia

²Institut Agama Islam Al-Amanah Jeneponto, Jeneponto, Indonesia

³STIKOM Tunas Bangsa, Pematang Siantar, Indonesia

Email: ^{1,*}campus_gardenia@yahoo.co.id, ²minnirfm63@gmail.com, ³fitrianggraini@stikomtb.ac.id

Penulis Korespondensi: campus_gardenia@yahoo.co.id

Submitted: 09/12/2022; Accepted: 30/12/2022; Published: 30/12/2022

Abstrak—Tanaman Padi sangat penting bagi dunia khususnya Indonesia, karena merupakan tanaman penghasil beras yang bermanfaat sebagai bahan makanan pokok bagi masyarakatnya. Penurunan luas panen, produksi dan produktivitas padi dapat mempengaruhi ketersediaan pangan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan pengelompokan dan pemetaan luas panen, produksi dan produktivitas padi di Indonesia berdasarkan masing-masing provinsi. Data penelitian yang digunakan dalam makalah ini adalah data luas panen (ha), produksi (ton), dan produktivitas padi (ku/ha) menurut Provinsi di Indonesia tahun 2020-2022 yang diperoleh dari website Badan Pusat Statistik Indonesia. Pada penelitian ini, algoritma yang digunakan adalah X-Means Clustering dengan bantuan aplikasi Rapid Miner. Hasil penelitian ini berupa pengelompokan atau pemetaan luas panen, produktivitas, dan produksi padi yang terbagi menjadi 3 (tiga) wilayah, diantaranya: 1. Wilayah Luas Panen (terbagi menjadi 5 kelompok: Luas Panen sangat tinggi terdiri dari 3 provinsi, Luas Panen Tinggi terdiri dari 1 provinsi, Luas Panen Sedang terdiri dari 3 Provinsi, Luas Panen rendah terdiri dari 8 Provinsi dan Luas Panen sangat rendah terdiri dari 19 Provinsi. 2. Wilayah Produktivitas Padi (terbagi menjadi 5 kelompok: Produktivitas Padi sangat tinggi terdiri dari 6 provinsi, Produktivitas Padi Tinggi terdiri dari 13 provinsi, Produktivitas Padi Sedang terdiri dari 7 Provinsi, Produktivitas Padi rendah terdiri dari 4 Provinsi dan Produktivitas Padi sangat rendah terdiri dari 4 Provinsi. 3. Wilayah Produksi padi (terbagi menjadi 5 kelompok: Produksi padi sangat tinggi terdiri dari 3 provinsi, Produksi padi Tinggi terdiri dari 1 provinsi, Produksi padi Sedang terdiri dari 3 Provinsi, Produksi padi rendah terdiri dari 8 Provinsi dan Produksi padi sangat rendah terdiri dari 19 Provinsi. Hal ini dapat menjadi informasi bagi pemerintah Indonesia, khususnya bagi pemerintah provinsi masing-masing untuk dapat menjaga Luas Panen, Produktivitas, dan produksi Padi di Indonesia agar tetap stabil.

Kata Kunci: Data Mining; Machine Learning; Padi; Pengelompokan; X-Means.

Abstract—Rice plants are essential for the world, especially Indonesia because it is a rice-producing plant that is useful as a staple food for its people. A decreased harvest area, production, and rice productivity can affect food availability. Therefore, this research aims to classify and map the harvested area, production, and productivity of rice in Indonesia based on each province. The research data used in this paper is data on the harvested area (ha), production (tons), and rice productivity (Ku/ha) by Provinces in Indonesia for 2020-2022 obtained from the Indonesian Central Bureau of Statistics website. In this study, the algorithm used is X-Means Clustering with the help of the Rapid Miner application. The results of this study are in the form of grouping or mapping of harvested area, production, and productivity of rice, divided into 3 (three) regions, including 1. Harvested Area (divided into five groups: Very high Harvested Area consists of 3 provinces, High Harvested Area consists of 1 province, Medium Harvest Area consists of 3 Provinces, Low Harvest Area consists of 8 Provinces, and Very low Harvest Area consists of 19 Provinces 2. Rice Production Area (divided into five groups: Very high rice production consists of 3 provinces, Rice production High rice production consists of 1 province, Medium rice production consists of 3 Provinces, Low rice production consists of 8 Provinces, and Very low rice production consists of 19 Provinces 3. Regions of Rice Productivity (divided into five groups: Very high rice productivity consists of 6 provinces, High Rice Productivity consists of 13 provinces, Medium Rice Productivity consists of 7 Provinces, Low Rice Productivity consists of 4 Provinces, and Very Low Rice Productivity consists of 4 Provinces. This can be information for the Indonesian government, especially for the respective provincial governments, to be able to maintain the harvested area, production, and productivity of rice in Indonesia to remain stable.

Keywords: Data Mining; Machine Learning; Paddy; Clustering; X-Means.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar dan dikenal sebagai negara agraris yang masyarakatnya mayoritas bekerja pada bidang pertanian [1]–[5]. Sebagai negara agraris, Indonesia memiliki hasil pertanian yang sangat berlimpah, salah satu diantaranya adalah tanaman padi. Padi merupakan salah satu komoditi pangan utama di Indonesia [6]–[8]. Hal ini karena hasil olahan padi yang berupa beras merupakan sumber makanan pokok mayoritas masyarakat Indonesia [9]–[12]. Indonesia menempati posisi ketiga dalam daftar negara penghasil beras terbesar dunia [13]–[15]. Secara rata-rata, tingkat produksi beras Indonesia sejak 2016 sampai dengan 2021 mencapai 35,61 juta ton. Sementara pada 2020-2021, volume produksinya mencapai 35,3 juta metrik ton. Menurut survei Badan Pusat Statistik (BPS), stok beras nasional Indonesia per Juni 2022 mencapai 9,71 juta ton. Pemerintah memperkirakan pasokan beras nasional bakal mengalami surplus pada tahun ini [16], sehingga peningkatan produksi beras saat ini menjadi prioritas untuk mengatasi kekurangan suplai. Pengembangan komoditas tanaman padi ini memerlukan arahan kesesuaian lahan sebagai panduan untuk menerapkan teknologi dalam meningkatkan produksi dan produktivitas tanaman [17]–[19]. Hal tersebut dapat diperoleh melalui kegiatan pemetaan sumber daya lahan yang dilanjutkan dengan evaluasi kesesuaian lahan. Dalam perencanaan penggunaan lahan pada suatu area, peran dari evaluasi kesesuaian lahan sangat esensial, dikarenakan berdasarkan data nyata yang ada di lapangan. Lebih lanjut, panduan yang dihasilkan melalui

evaluasi kesesuaian lahan, produksi dan produktivitas juga dimungkinkan dapat diterapkan pada daerah lainnya, sehingga dapat membentuk peta arahan komoditas padi per masing-masing provinsi berdasarkan karakteristiknya .

Sangat penting nya informasi dan pengetahuan tentang luas lahan, produksi dan produktivitas padi di Indonesia yang tersebar di 34 provinsi, sehingga perlu dilakukan pemetaan dan pengelompokkan terhadap hal tersebut, agar pemerintah Indonesia khususnya pemerintah masing-masing provinsi memperoleh informasi tentang provinsi mana saja di Indonesia yang menghasilkan luas lahan, produksi dan produktivitas padi tertinggi dan terendah agar masing-masing pemerintah provinsi dapat membuat kebijakan maupun menentukan langkah-langkah strategis agar luas lahan, produksi dan produktivitas padi tetap stabil bahkan dapat ditingkatkan. Algoritma pemetaan dan pengelompokkan yang diusulkan pada penelitian ini menggunakan metode X-Means yang merupakan salah satu teknik dari algoritma Data Mining. Sebagaimana diketahui bahwa Algoritma Data Mining telah banyak digunakan untuk pemecahan masalah komputasi seperti yang berhubungan dengan klasifikasi [20]–[23], hingga Pengelompokkan [24]–[28]. Penelitian ini menggunakan Algoritma X-Means karena Algoritma ini memiliki teknik yang mampu melengkapi kelemahan pada metode K-Means, dimana metode k-means memiliki kekurangan dalam melakukan perhitungan yang relatif lama didalam nilai *cluster* k yang harus ditentukan pengguna. X-means sendiri termasuk dalam pembelajaran tak terarah (unsupervised learning), dimana proses data yang dilakukan akan dikelompokkan sendiri pada setiap data yang menjadi masukannya tanpa diketahui terlebih dulu sasaran kelas yang akan dijadikan *cluster* [29].

Telah dilakukan beberapa penelitian terkait topik penelitian ini, diantaranya: Penelitian dengan menggunakan algoritma K-Means untuk mengelompokkan produktivitas tanaman padi di wilayah Jawa Tengah. Hasil yang didapatkan dari metode ini yaitu 3 cluster antara lain C0 menjabarkan daerah yang hasil produktivitas padinya sedang (Ada 12 daerah). C1 menjabarkan daerah yang hasil produktivitas padinya rendah (Ada 18 daerah). Serta C2 menjelaskan daerah yang produktivitas padinya tinggi (Ada 12 daerah) [30]. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan terletak pada algoritma yang digunakan. Penelitian ini menggunakan K-Means, sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan X-Means. Selain itu penelitian yang akan dilakukan tidak hanya melakukan pemetaan terhadap produktivitas padi di Jawa Tengah, tetapi juga luas lahan dan produksi padi di seluruh provinsi yang ada di Indonesia. Penelitian berikutnya dilakukan untuk memetakan daerah mana saja yang cukup potensial sebagai penghasil padi di Sumatera Utara menggunakan K-Means Clustering. Pembagian kelompok daerah pada penelitian ini dilakukan berdasarkan luas panen (Ha), tahun panen, produksi (ton), dan lokasi panen padi di Sumatera Utara. Berdasarkan hasil pengujian terhadap 10 kasus data didapatkan nilai dan telah dihitung rata-rata C1: 255.1323, C2: 110.6107 dan C3: 165.0971 dengan hasil rata-rata dari C1, C2, C3 sebesar 530.8401, sehingga dapat dikatakan bahwa sistem bekerja dengan cukup baik dan dapat diterapkan pada Dinas Pertanian Sumatera Utara [31]. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan terletak pada algoritma yang digunakan. Penelitian ini menggunakan K-Means, sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan X-Means. Selain itu penelitian yang akan dilakukan tidak hanya melakukan pemetaan di Sumatera Utara saja, tetapi juga di seluruh provinsi yang ada di Indonesia. Selanjutnya penelitian untuk mengelompokkan produksi padi dan beras di Provinsi Riau dengan menggunakan metode K-Medoids. Pengelompokkan dilakukan dengan menetapkan k sebanyak 2 (dua). Berdasarkan perhitungan manual dan implementasi dengan Rapid Miner untuk produksi padi dan beras dari tahun 2019 sampai 2021, maka diperoleh Cluster 1 (tinggi) sebanyak 4 kabupaten, sementara Cluster 2 (rendah) sebanyak 8 kabupaten. Evaluasi Cluster menggunakan Davies-Bouldin Index (DBI) memperoleh nilai sebesar 0,626, sehingga bisa dikatakan bahwa evaluasi Cluster cukup baik, karena mendekati nol [32]. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan terletak pada algoritma yang digunakan. Penelitian ini menggunakan K-Medoids, sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan X-Means. Selain itu penelitian yang akan dilakukan tidak hanya melakukan pemetaan terhadap produksi padi di Riau saja, tetapi juga luas lahan dan produktivitas padi pada masing-masing provinsi di Indonesia. Penelitian-penelitian terkait inilah yang melatar belakangi dilakukannya penelitian ini.

Penelitian yang dilakukan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pemerintah Indonesia di bidang pertanian tanaman padi, khususnya bagi pemerintah Provinsi masing-masing sebagai referensi dan informasi terhadap pengelompokkan (pemetaan) dan pengelompokkan Luas Panen, Produktivitas, dan produksi Padi di 34 Provinsi yang ada di Indonesia. Berdasarkan segi keilmuan, penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif lain untuk menyelesaikan masalah pengelompokkan dan pemetaan khususnya untuk tanaman padi, serta dapat digunakan oleh pihak akademisi untuk pengembangan keilmuan lebih lanjut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Algoritma X-Means

Algoritma pengelompokan X-Means merupakan perluasan K-Means yang mencoba untuk secara otomatis menentukan jumlah klaster berdasarkan skor Bayesian Information Criterion (BIC). Dimulai dengan hanya satu klaster, algoritme X-Means beraksi setelah setiap menjalankan K-Means, membuat keputusan lokal tentang subset mana dari centroid saat ini yang harus dipisah agar lebih sesuai dengan data. Keputusan pemisahan dilakukan dengan menghitung Bayesian Information Criterion (BIC). Ada beberapa langkah yang diulang pada algoritma ini sampai selesai, antara lain:

- a. Tingkatkan *Params*, pada langkah ini menerapkan algoritma k-means pada awalnya untuk k cluster hingga konvergen. Dimana k sama dengan batas bawah yang disediakan oleh pengguna.



- b. Perbaiki Struktur, langkah perbaikan struktur ini dimulai dengan memecah setiap pusat cluster menjadi dua anak dalam arah yang berlawanan di sepanjang vektor yang dipilih secara acak. Setelah itu menjalankan k-means secara lokal di dalam setiap cluster untuk dua cluster. Keputusan masing-masing pusat cluster sendiri dengan membandingkan nilai-nilai BIC.
- c. Jika $K > k_{max}$ (batas atas) berhenti dan laporkan ke model penilaian terbaik yang ditemukan selama pencarian, jika tidak pergi ke langkah 1.

X-Means berarti mengambil keuntungan dari Informasi Bayesian Criterion (BIC) untuk mengontrol proses pemisahan cluster [33]–[35].

X-means clustering digunakan untuk menyelesaikan salah satunya kelemahan utama dari K-means clustering, yaitu perlunya pengetahuan sebelumnya tentang jumlah cluster (K). Dalam metode ini, nilai sebenarnya dari K diperkirakan dalam suatu yang tidak diawasi cara dan hanya berdasarkan set data itu sendiri [36].

2.2 Dataset Penelitian

Dataset yang digunakan pada penelitian ini adalah dataset Luas Panen, Produktivitas, dan produksi Padi menurut Provinsi di Indonesia yang bersumber dari website Badan Pusat Statistik Indonesia. Dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Luas Panen, Produktivitas, dan Produksi Padi Menurut Provinsi di Indonesia

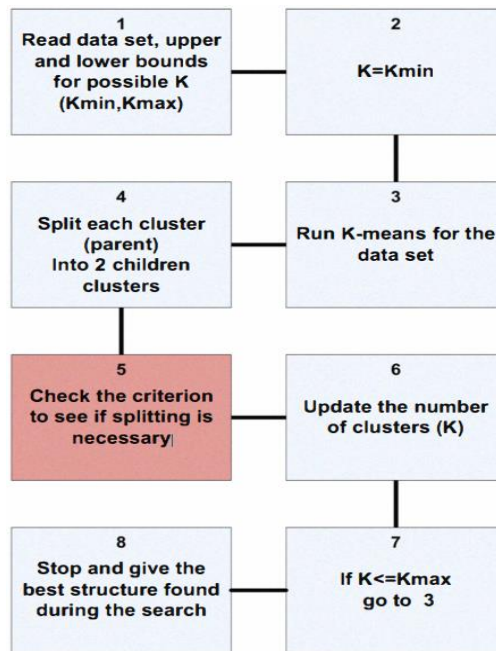
No	Provinsi	Luas Panen (ha)			Produktivitas (ku/ha)			Produksi (ton)		
		2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
1	Aceh	317869,41	297058,38	276622,14	55,28	55,03	55,03	1757313,07	1634639,60	1533138,00
2	Sumatera Utara	388591,22	385405,00	423522,28	52,51	52,00	52,00	2040500,19	2004142,51	2131672,00
3	Sumatera Barat	295664,47	272391,95	288510,67	46,92	48,36	48,36	1387269,29	1317209,38	1422874,00
4	Riau	64733,13	53062,35	54317,04	37,64	40,98	40,98	243685,04	217458,87	227346,30
5	Jambi	84772,93	64412,26	63760,91	45,58	46,29	46,29	386413,49	298149,25	289276,80
6	Sumatera Selatan	551320,76	496241,65	516259,59	49,75	51,44	51,44	2743059,68	2552443,19	2759343,00
7	Bengkulu	64137,28	55704,69	58663,78	45,66	48,67	48,67	292834,04	271117,19	290155,90
8	Lampung	545149,05	489573,23	516910,01	48,62	50,77	50,77	2650289,64	2485452,78	2661363,00
9	Kep. Bangka Belitung	17840,55	18278,27	15908,70	32,13	38,57	38,57	57324,32	70496,25	62641,49
10	Kep. Riau	298,52	270,16	196,53	28,56	31,65	31,65	852,54	855,01	589,68
11	DKI Jakarta	914,51	559,97	535,63	49,69	58,03	58,03	4543,93	3249,47	2741,38
12	Jawa Barat	1586888,63	1604109,31	1685295,13	56,82	56,81	56,81	9016772,58	9113573,08	9620534,00
13	Jawa Tengah	1666931,49	1696712,36	1699436,08	56,93	56,69	56,69	9489164,62	9618656,81	9579069,00
14	DI Yogyakarta	110548,12	107506,16	112148,00	47,35	51,77	51,77	523395,95	556531,03	580686,00
15	Jawa Timur	1754380,30	1747481,20	1704759,48	56,68	56,02	56,02	9944538,26	9789587,67	9686760,00
16	Banten	325333,24	318248,46	338454,39	50,88	50,38	50,38	1655170,09	1603247,00	1776812,00
17	Bali	90980,69	105201,31	114790,87	58,49	58,83	58,83	532168,45	618910,81	691818,90
18	Nusa Tenggara Barat	273460,82	276211,88	269827,26	48,17	51,39	51,39	1317189,81	1419559,84	1456923,00
19	Nusa Tenggara Timur	181690,63	174900,07	185737,54	39,90	41,85	41,85	725024,30	731877,74	776867,10
20	Kalimantan Barat	256575,43	223165,74	272115,99	30,33	31,90	31,90	778170,36	711898,01	814743,30
21	Kalimantan Tengah	143275,05	125870,05	109756,22	31,96	30,28	30,28	457952,00	381189,55	353864,60
22	Kalimantan Selatan	289836,35	254263,59	225483,04	39,69	39,97	39,97	1150306,66	1016313,55	873130,30
23	Kalimantan Timur	73568,44	66269,46	64031,22	35,67	36,92	36,92	262434,52	244677,96	232143,50
24	Kalimantan Utara	9883,05	8880,83	10550,13	33,97	33,74	33,74	33574,28	29967,31	37966,25
25	Sulawesi Utara	61827,86	59182,52	59081,54	40,25	39,35	39,35	248879,48	232884,76	253478,90
26	Sulawesi Tengah	178066,94	182186,62	173238,56	44,49	47,59	47,59	792248,84	867012,77	771524,90
27	Sulawesi Selatan	976258,14	985158,23	1042107,35	48,23	51,67	51,67	4708464,97	5090637,23	5341021,00
28	Sulawesi Tenggara	133697,15	127517,29	119662,53	39,85	41,57	41,57	532773,49	530029,08	494855,90
29	Gorontalo	48686,34	48713,50	48497,60	46,75	48,12	48,12	227627,20	234392,86	249708,90
30	Sulawesi Barat	64826,18	59763,18	71470,11	53,23	52,05	52,05	345050,37	311072,46	364683,20
31	Maluku	28668,22	28319,75	23991,26	38,53	41,24	41,24	110447,30	116803,67	92640,14
32	Maluku Utara	10301,91	7781,96	6408,19	42,11	36,05	36,05	43382,85	28050,80	24705,38
33	Papua Barat	7570,63	6414,94	5475,82	32,20	41,98	41,98	24378,33	26926,93	24031,60
34	Papua	52727,52	64984,90	48987,63	31,48	44,05	44,05	166002,30	286279,80	191109,20

Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia [37]

Berdasarkan tabel 1, ada 34 provinsi yang terdata di Badan Pusat Statistik Indonesia. Berdasarkan data ini akan dilakukan pengelompokkan dan pemetaan tingkat luas panen, produktivitas, dan produksi padi di Indonesia.

2.3 Tahapan Algoritma X-Means

Tahapan penelitian menggunakan algoritma X-Means dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Tahapan Algoritma X-Means [38]

Didefinisikan K_{min} dan K_{max} sebagai batas atas dan bawah untuk kemungkinan nilai K . Pada langkah pertama pengelompokan X-Means, mengetahui bahwa saat ini $K = K_{min}$, K-Means menemukan struktur awal dan centroid. Pada tahapan berikutnya, setiap *cluster* dalam struktur yang diperkirakan diperlakukan sebagai *cluster* induk, yang dapat dipecah menjadi dua *cluster* turunan. Berdasarkan beberapa kriteria, yang akan dijelaskan pada bagian selanjutnya, kami menilai struktur orang tua dan anak. Skor membantu untuk memutuskan apakah orang tua merupakan representasi yang lebih baik untuk data sampel atau *cluster* anak memberikan distribusi yang lebih akurat atas sampel. Akibatnya, centroid induk akan digantikan oleh centroid anak-anak, atau algoritme akan mempertahankan centroid induk dan meninggalkan anak-anak. Kemudian, struktur baru akan dibangun atau diperbarui berdasarkan pilihan orang tua atau anak. Prosedur ini akan dilanjutkan untuk semua *cluster* di struktur awal hingga jumlah *cluster* yang diperkirakan saat ini menjadi lebih besar dari K_{max} atau algoritma menyatu ke struktur terbaik.

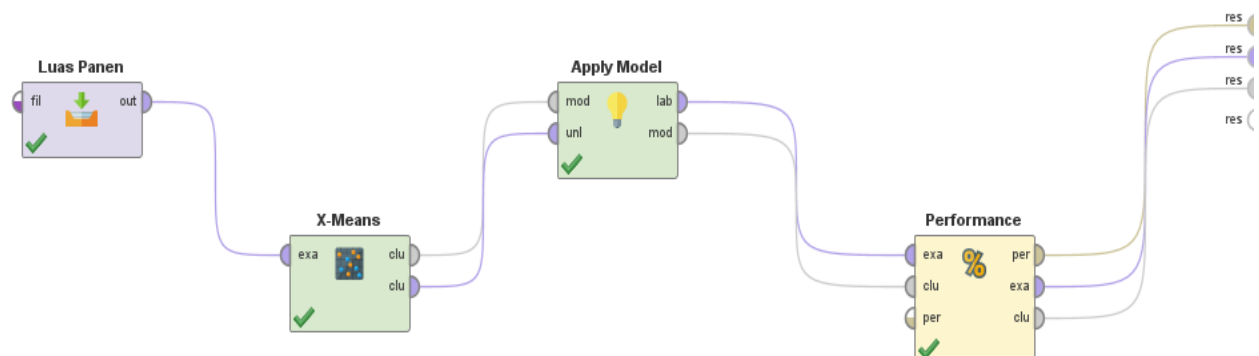
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penentuan Cluster (K_{min} dan K_{max})

Pada penerapan algoritma X-Means menggunakan Rapidminer, terlebih dahulu adalah menentukan nilai K_{min} (Jumlah minimal *cluster* yang harus dideteksi) dan nilai K_{max} (Jumlah maksimal *cluster* yang harus dideteksi). Nilai K_{min} dan K_{max} dapat ditentukan secara random atau acak yang bersifat optional. *Cluster* / pemetaan yang ditentukan pada makalah ini sebanyak 5 *cluster* (kelompok), yakni: Sangat Tinggi, Tinggi, Sedang, Rendah dan Sangat Rendah.

3.2 Proses X-Means Pemetaan / Pengelompokkan Luas Panen Tanaman Padi dengan Rapid Miner

Proses pemetaan Luas Panen tanaman Padi di Indonesia dalam bentuk klasterisasi (pengelompokkan) dan hasil dari algoritma X-Means dengan menggunakan Rapid Miner dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 2. Proses X-Means Luas Panen Tanaman Padi ($K_{min} = 4$ dan $K_{max} = 60$)

Gambar 2 menjelaskan proses pengklasteran X-Means dengan Rapid Miner yang diawali dengan memasukkan data Luas Panen, dilanjutkan pemilihan operator X-Means dengan nilai $K_{min} = 5$ dan nilai $K_{max} = 60$. Selanjutnya dihubungkan ke *Apply Model* untuk menerapkan model yang sudah dilatih atau dipelajari. Selanjutnya menghubungkan ke *Cluster Distance Performance* untuk mengevaluasi kinerja model yang memberikan daftar nilai kriteria kinerja secara otomatis sesuai dengan tugas yang diberikan.

Cluster Model

Cluster 0: 3 items
 Cluster 1: 1 items
 Cluster 2: 19 items
 Cluster 3: 3 items
 Cluster 4: 8 items
 Total number of items: 34

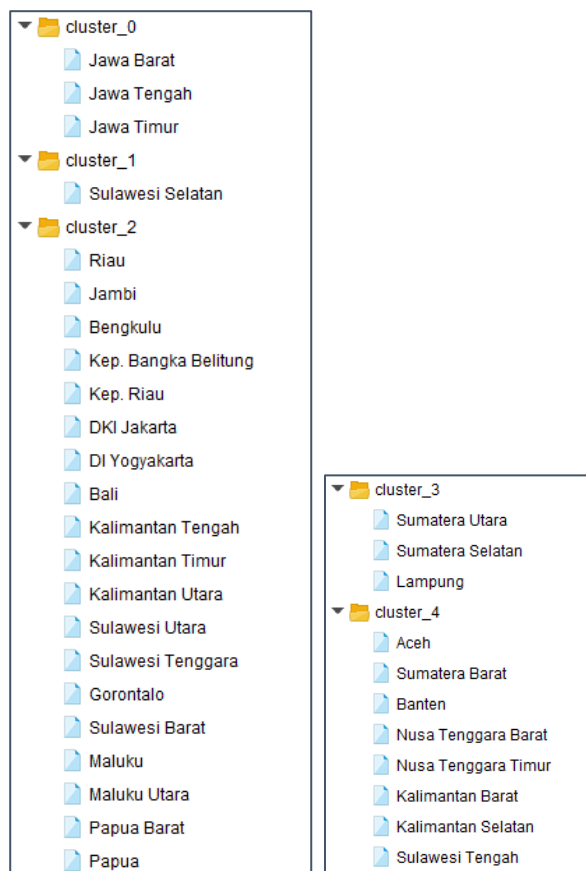
Gambar 3. Hasil Cluster Model (X-Means) dari Data Luas Panen Tanaman Padi Berdasarkan Provinsi

Gambar 3 merupakan cluster model (X-Means) dari data Luas Panen Tanaman Padi berdasarkan 34 Provinsi di Indonesia yang dihasilkan oleh Rapid Miner. Cluster_0: 3 items, Cluster_1: 1 items, Cluster_2: 19 items, Cluster_3: 3 items dan Cluster_4: 8 items. Untuk hasil akhir Centroid tabel dapat dilihat pada gambar 4 berikut.

Attribute	cluster_0	cluster_1	cluster_2	cluster_3	cluster_4
Tahun 2020	1669400.140	976258.140	56276.741	495020.343	264812.161
Tahun 2021	1682767.623	985158.230	53089.134	457073.293	249803.336
Tahun 2022	1696496.897	1042107.350	52012.301	485563.960	253748.699

Gambar 4. Centroid Tabel dari Data Luas Panen Tanaman Padi

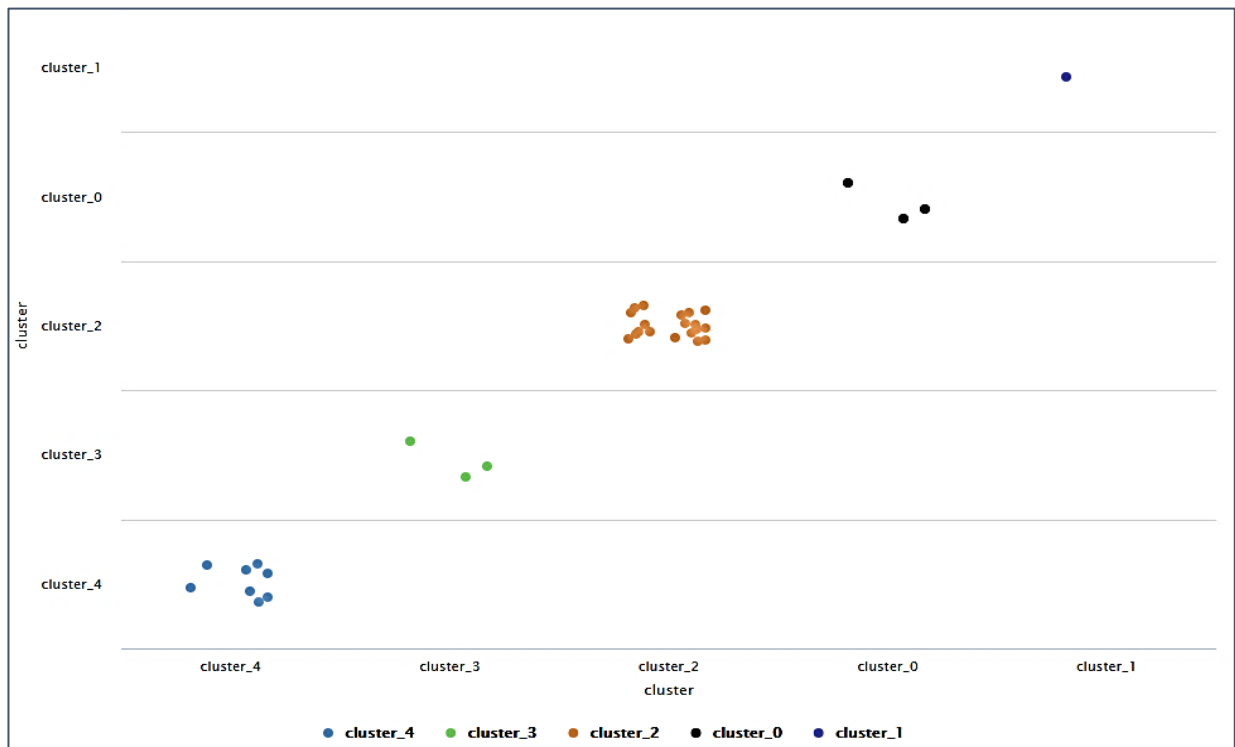
Hasil detail pemetaan data Luas Panen Tanaman Padi berdasarkan 34 Provinsi di Indonesia dapat dilihat gambar 5 berikut.



Gambar 5. Folder View Pemetaan dan Pengelompokkan Luas Panen Tanaman Padi

Cluster_0 berdasarkan gambar 5 terdiri dari 3 Provinsi (Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur). Cluster_1 terdiri dari 1 Provinsi (Sulawesi Selatan). Cluster 2 terdiri dari 19 Provinsi (Riau, Jambi, Bengkulu, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, DKI Jakarta, DI Yogyakarta, Bali, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, dan Papua).

Sulawesi Utara, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, dan Papua). Cluster_3 terdiri dari 3 Provinsi (Sumatera Utara, Sumatera Selatan, dan Lampung). Sedangkan Cluster_4 terdiri dari 8 Provinsi (Aceh, Sumatera Barat, Banten, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, dan Sulawesi Tengah).

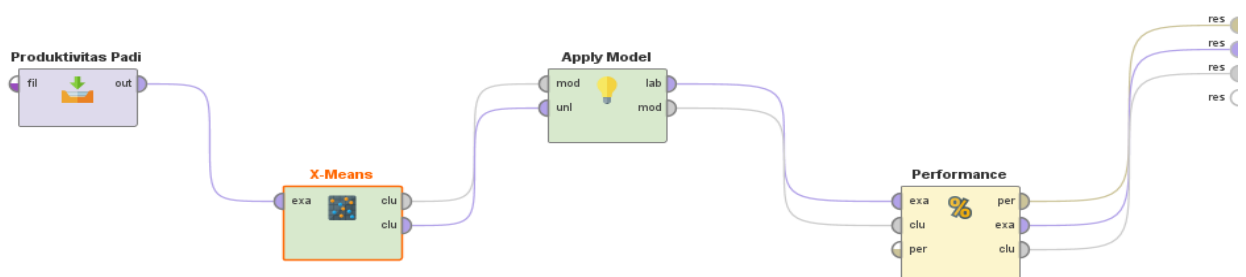


Gambar 6. Pemetaan dan Pengelompokan Luas Panen Tanaman Padi di 34 Provinsi

- Titik warna hitam merupakan wilayah Luas Panen Padi Cluster_0 (Sangat Tinggi) yang terdiri dari 3 Provinsi (Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur).
- Titik warna Ungu pada gambar 6 merupakan Pemetaan wilayah Luas Panen Padi Cluster_1 (Tinggi) yang hanya ada 1 Provinsi (Sulawesi Selatan).
- Titik warna hijau merupakan wilayah Luas Panen Padi Cluster_3 (Sedang) yang terdiri dari 3 Provinsi (Sumatera Utara, Sumatera Selatan, dan Lampung).
- Sedangkan titik warna biru merupakan wilayah Luas Panen Padi Cluster_4 (Rendah) yang terdiri dari 8 Provinsi (Aceh, Sumatera Barat, Banten, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, dan Sulawesi Tengah).
- Titik warna jingga merupakan wilayah Luas Panen Padi Cluster_2 (Sangat Rendah) yang terdiri dari 19 Provinsi Riau, Jambi, Bengkulu, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, DKI Jakarta, DI Yogyakarta, Bali, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, dan Papua).

3.3 Proses X-Means Pemetaan / Pengelompokan Produktivitas Padi dengan Rapid Miner

Proses pemetaan produktivitas Padi di Indonesia dalam bentuk klasterisasi (pengelompokan) dan hasil dari algoritma X-Means dengan menggunakan Rapid Miner dapat dilihat pada Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9, Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 7. Proses X-Means Produktivitas Padi ($K_{min} = 4$ dan $K_{max} = 60$)

Gambar 7 menjelaskan proses pengklasteran X-Means dengan Rapid Miner yang diawali dengan memasukkan data produktivitas padi, dilanjutkan pemilihan operator X-Means dengan nilai $K_{min} = 5$ dan nilai $K_{max} = 60$. Selanjutnya dihubungkan ke *Apply Model* untuk menerapkan model yang sudah dilatih atau dipelajari. Selanjutnya menghubungkan ke *Cluster Distance Performance* untuk mengevaluasi kinerja model yang memberikan daftar nilai kriteria kinerja secara otomatis sesuai dengan tugas yang diberikan.

Cluster Model

Cluster 0: 6 items
 Cluster 1: 4 items
 Cluster 2: 7 items
 Cluster 3: 13 items
 Cluster 4: 4 items
 Total number of items: 34

Gambar 8. Hasil Cluster Model (X-Means) dari Data Produktivitas Padi Berdasarkan Provinsi

Gambar 8 merupakan cluster model (X-Means) dari data Produktivitas Padi berdasarkan 34 Provinsi di Indonesia yang dihasilkan oleh Rapid Miner. Cluster_0: 6 items, Cluster_1: 4 items, Cluster_2: 7 items, Cluster_3: 13 items dan Cluster_4: 4 items. Untuk hasil akhir Centroid tabel dapat dilihat pada gambar 9 berikut.

Attribute	cluster_0	cluster_1	cluster_2	cluster_3	cluster_4
Tahun 2020	55.648	31.205	39.710	48.318	32.870
Tahun 2021	56.902	31.892	40.144	50.038	40.380
Tahun 2022	56.902	31.892	40.144	50.038	40.380

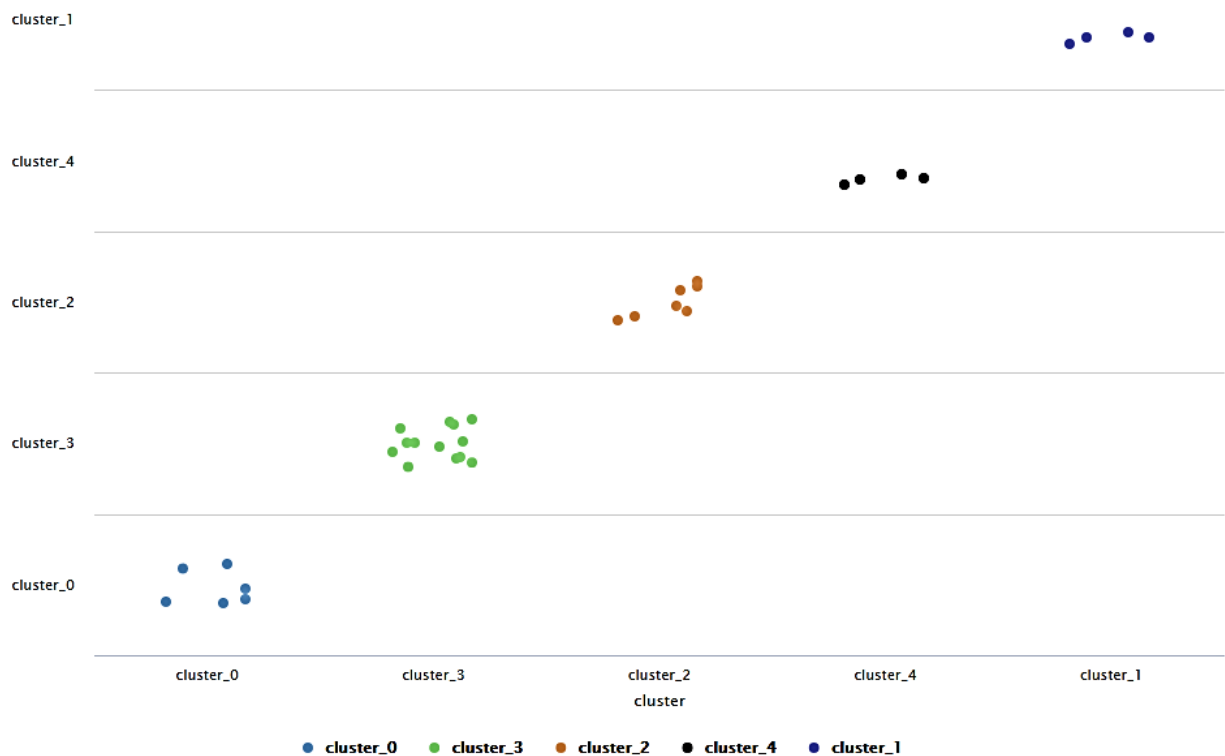
Gambar 9. Centroid Tabel dari Data Produktivitas Padi

Hasil detail pemetaan data produktivitas padi berdasarkan 34 Provinsi di Indonesia dapat dilihat gambar 10 berikut.



Gambar 10. Folder View Pemetaan dan Pengelompokkan Produktivitas Padi

Cluster_0 berdasarkan gambar 10 terdiri dari 6 Provinsi (Aceh, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur dan Bali). Cluster_1 terdiri dari 4 Provinsi (Kep. Riau, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Utara). Cluster 2 terdiri dari 7 Provinsi (Riau, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Selatan, Sulawesi Utara, Sulawesi Tenggara, Maluku dan Maluku Utara). Cluster_3 terdiri dari 13 Provinsi (Sumatera Utara, Sumatera Barat, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, DI Yogyakarta, Banten, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Gorontalo dan Sulawesi Barat). Sedangkan Cluster_4 terdiri dari 4 Provinsi (Kep. Bangka Belitung, Kalimantan Timur, Papua Barat dan Papua).

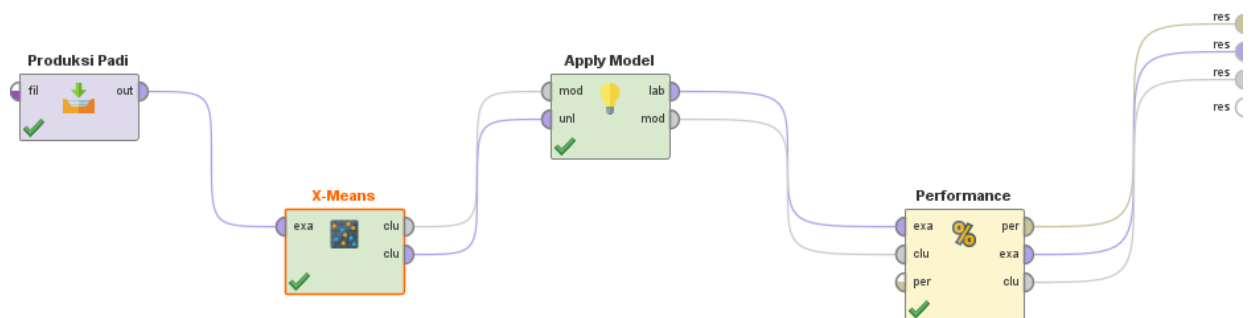


Gambar 11. Pemetaan dan Pengelompokkan Produktivitas Padi di 34 Provinsi

- Titik warna biru merupakan wilayah Produktivitas Padi Cluster_0 (Sangat Tinggi) yang terdiri dari 6 Provinsi (Aceh, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur dan Bali).
- Titik warna hijau pada gambar 11 merupakan Pemetaan wilayah Produktivitas Padi Cluster_3 (Tinggi) yang terdiri dari 13 Provinsi (Sumatera Utara, Sumatera Barat, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, DI Yogyakarta, Banten, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Gorontalo dan Sulawesi Barat).
- Titik warna jingga merupakan wilayah Produktivitas Padi Cluster_2 (Sedang) yang terdiri dari 7 Provinsi (Riau, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Selatan, Sulawesi Utara, Sulawesi Tenggara, Maluku dan Maluku Utara).
- Sedangkan titik warna hitam merupakan wilayah Produktivitas Padi Cluster_4 (Rendah) yang terdiri dari 4 Provinsi (Kep. Bangka Belitung, Kalimantan Timur, Papua Barat dan Papua).
- Titik warna ungu merupakan wilayah Produktivitas Padi Cluster_2 (Sangat Rendah) yang terdiri dari 4 Provinsi (Kep. Riau, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Utara).

3.4 Proses X-Means Pemetaan / Pengelompokkan Produksi Padi dengan Rapid Miner

Proses pemetaan Produksi Padi di Indonesia dalam bentuk klasterisasi (pengelompokkan) dan hasil dari algoritma X-Means dengan menggunakan Rapid Miner dapat dilihat pada Gambar 12, Gambar 13, Gambar 14, Gambar 15 dan Gambar 16.



Gambar 12. Proses X-Means Produksi Padi ($K_{min} = 4$ dan $K_{max} = 60$)

Gambar 7 menjelaskan proses pengklasteran X-Means dengan Rapid Miner yang diawali dengan memasukkan data produksi padi, dilanjutkan pemilihan operator X-Means dengan nilai $K_{min} = 5$ dan nilai $K_{max} = 60$. Selanjutnya dihubungkan ke *Apply Model* untuk menerapkan model yang sudah dilatih atau dipelajari. Selanjutnya menghubungkan ke *Cluster Distance Performance* untuk mengevaluasi kinerja model yang memberikan daftar nilai kriteria kinerja secara otomatis sesuai dengan tugas yang diberikan.

```

Cluster Model

Cluster 0: 19 items
Cluster 1: 3 items
Cluster 2: 1 items
Cluster 3: 3 items
Cluster 4: 8 items
Total number of items: 34
    
```

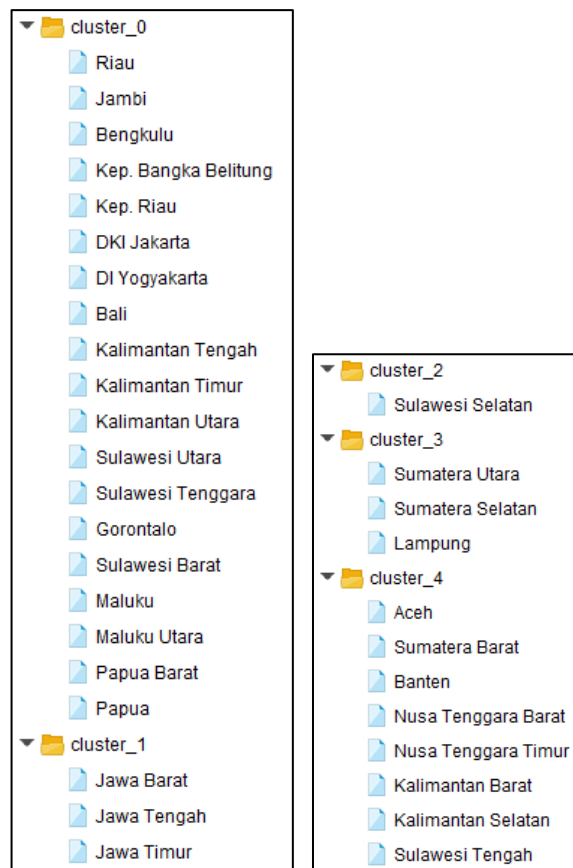
Gambar 13. Hasil Cluster Model (X-Means) dari Data Produksi Padi Berdasarkan Provinsi

Gambar 13 merupakan cluster model (X-Means) dari data Produksi Padi berdasarkan 34 Provinsi di Indonesia yang dihasilkan oleh Rapid Miner. Cluster_0: 19 items, Cluster_1: 3 items, Cluster_2: 1 items, Cluster_3: 3 items dan Cluster_4: 8 items. Untuk hasil akhir Centroid tabel dapat dilihat pada gambar 14 berikut.

Attribute	cluster_0	cluster_1	cluster_2	cluster_3	cluster_4
Tahun 2020	238511.573	9483491.820	4708464.970	2477949.837	1195336.552
Tahun 2021	234686.477	9507272.520	5090637.230	2347346.160	1162719.736
Tahun 2022	234970.738	9628787.667	5341021	2517459.333	1178251.575

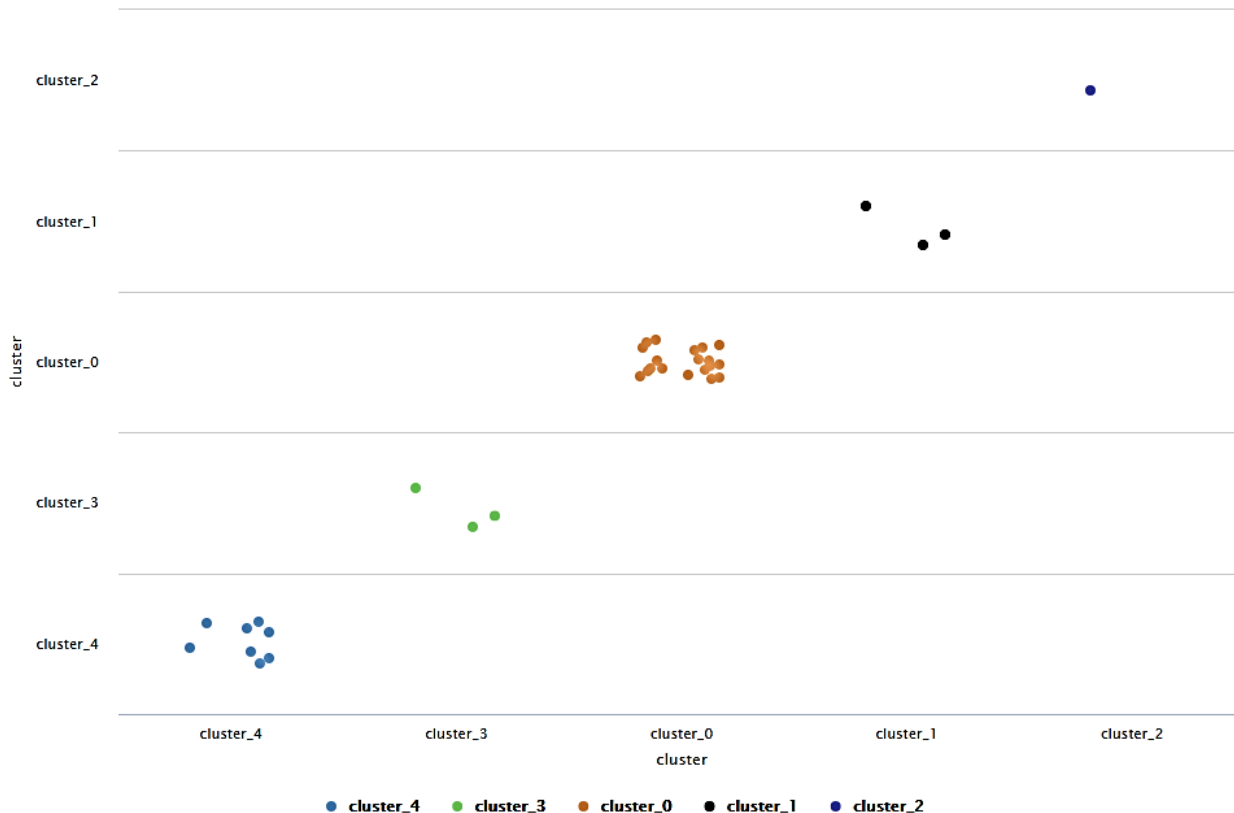
Gambar 14. Centroid Tabel dari Data Produksi Padi

Hasil detail pemetaan data produksi padi berdasarkan 34 Provinsi di Indonesia dapat dilihat gambar 15 berikut.



Gambar 15. Folder View Pemetaan dan Pengelompokkan Produksi Padi

Cluster_0 berdasarkan gambar 15 terdiri dari 19 Provinsi (Riau, Jambi, Bengkulu, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, DKI Jakarta, DI Yogyakarta, Bali, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, dan Papua). Cluster_1 terdiri dari 3 Provinsi (Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur). Cluster 2 terdiri dari 1 Provinsi (Sulawesi Selatan). Cluster_3 terdiri dari 3 Provinsi (Sumatera Utara, Sumatera Selatan, dan Lampung). Sedangkan Cluster_4 terdiri dari 8 Provinsi (Aceh, Sumatera Barat, Banten, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, dan Sulawesi Tengah).



Gambar 16. Pemetaan dan Pengelompokan Produksi Padi di 34 Provinsi

- Titik warna hitam merupakan wilayah Produksi Padi Cluster_1 (Sangat Tinggi) yang terdiri dari 3 Provinsi (Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur).
- Titik warna ungu merupakan Pemetaan wilayah Produksi Padi Cluster_2 (Tinggi) yang terdiri dari 1 Provinsi saja, yakni Sulawesi Selatan.
- Titik warna hijau merupakan wilayah Produksi Padi Cluster_3 (Sedang) yang terdiri dari 3 Provinsi (Sumatera Utara, Sumatera Selatan, dan Lampung).
- Sedangkan titik warna biru merupakan wilayah Produksi Padi Cluster_4 (Rendah) yang terdiri dari 8 Provinsi (Aceh, Sumatera Barat, Banten, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, dan Sulawesi Tengah).
- Titik warna jingga merupakan wilayah Produksi Padi Cluster_0 (Sangat Rendah) yang terdiri dari 19 Provinsi (Riau, Jambi, Bengkulu, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, DKI Jakarta, DI Yogyakarta, Bali, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, dan Papua).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pengelompokan atau pemetaan luas panen, produktivitas, dan produksi padi yang terbagi menjadi 3 (tiga) wilayah, diantaranya: 1. Wilayah Luas Panen (terbagi menjadi 5 kelompok: Luas Panen sangat tinggi terdiri dari 3 provinsi, Luas Panen Tinggi terdiri dari 1 provinsi, Luas Panen Sedang terdiri dari 3 Provinsi, Luas Panen rendah terdiri dari 6 Provinsi dan Luas Panen sangat rendah terdiri dari 19 Provinsi. 2. Wilayah Produktivitas Padi (terbagi menjadi 5 kelompok: Produktivitas Padi sangat tinggi terdiri dari 6 provinsi, Produktivitas Padi Tinggi terdiri dari 13 provinsi, Produktivitas Padi Sedang terdiri dari 7 Provinsi, Produktivitas Padi rendah terdiri dari 4 Provinsi dan Produktivitas Padi sangat rendah terdiri dari 4 Provinsi. 3. Wilayah Produksi padi (terbagi menjadi 5 kelompok: Produksi padi sangat tinggi terdiri dari 3 provinsi, Produksi padi Tinggi terdiri dari 1 provinsi, Produksi padi Sedang terdiri dari 3 Provinsi, Produksi padi rendah terdiri dari 8 Provinsi dan Produksi padi sangat rendah terdiri dari 19 Provinsi.

REFERENCES

- [1] N. Sulistiyanto, Tri Aristy Saputri, “Deteksi Dini Hama dan Penyakit Padi Menggunakan Metode Certainty Factor,” *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 9, no. 1, pp. 48–54, 2022.
- [2] K. Rangkuti, S. Harahap, S. Siregar, and T. Hutauruk, “Feasibility Analysis of Palm Sugar Business (Case Study: Buluh Awar Village, Sibolangit District, Deli Serdang Regency) Analisis Kelayakan Usaha Gula Aren (Studi Kasus : Desa Buluh



- Awar, Kecamatan Sibolangit Kabupaten Deli Serdang),” *Journal of Agribusiness Sciences*, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [3] R. J. Nugroho and I. N. Ramadhan, “Analisis Pendapatan dan Kelayakan Hasil Usahatani Padi Sawah di Desa Mrentul Kecamatan Bonorowo Kabupaten Kebumen,” *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, vol. 03, no. 01, pp. 79–87, 2021.
- [4] Isna Nur Azizah, P. R. Arum, and R. Wasono, “Model Terbaik Uji Multikolinearitas untuk Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Padi di Kabupaten Blora Tahun 2020,” *Prosiding Seminar Nasional UNIMUS*, vol. 4, pp. 61–69, 2021.
- [5] S. S. Aulia, D. S. Rimbodo, and M. G. Wibowo, “Faktor-faktor yang Mempengaruhi Nilai Tukar Petani (NTP) di Indonesia,” *Journal of Economics and Business Aseanomics*, vol. 6, no. 1, pp. 44–59, 2021.
- [6] A. Nurkholis, M. Muhaqiqin, and T. Susanto, “Analisis Kesesuaian Lahan Padi Gogo Berbasis Sifat Tanah dan Cuaca Menggunakan ID3 Spasial,” *JUITA: Jurnal Informatika*, vol. 8, no. 2, pp. 235–244, 2020.
- [7] L. Hasanah, “Analisis Faktor-Faktor Pengaruh Terjadinya Impor Beras di Indonesia Setelah Swasembada Pangan,” *Growth: Jurnal Ilmiah Ekonomi Pembangunan*, vol. 1, no. 2, pp. 57–72, 2022.
- [8] F. M. Ariska and B. Qurniawan, “Perkembangan Impor Beras di Indonesia,” *Jurnal Agrimals*, vol. 1, no. 1, pp. 27–34, 2021.
- [9] F. Marisa *et al.*, “Digitasi Produktivitas Panen Padi Berbasis K-Means Clustering,” *SMARTICS Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 21–26, 2021.
- [10] S. Paipan and M. Abrar, “Analisis Kondisi Ketergantungan Impor Beras Di Indonesia,” *Jurnal Perspektif Ekonomi Darussalam*, vol. 6, no. 2, pp. 212–222, 2020.
- [11] U. Maman, I. Aminudin, and E. Novriana, “Efektifitas Pupuk Bersubsidi Terhadap Peningkatan Produktivitas Padi Sawah,” *Jurnal Agribisnis Terpadu*, vol. 14, no. 2, p. 176, 2021.
- [12] Irawan, Hermansyah, and A. K. Khoerulloh, “Konsep Ba’i Salam dan Implementasinya dalam Mewujudkan Ketahanan pangan Nasional,” *Iqtisadiya: Jurnal Ilmu Ekonomi Islam*, vol. 7, no. 14, pp. 43–60, 2020.
- [13] D. A. Muji and C. P. Rahmadani, “Peran ASEAN Plus Three Melalui Komitmen ASEAN Plus Three Emergency Rice Reserve (APTERR) Dalam Penangan Isu Ketahanan Pangan Di Asia Tenggara,” *Jurnal Transbordensi*, vol. 4, no. 1, pp. 36–45, 2020.
- [14] M. Wiettimena, T. Sau, and Syahrullah, “Persepsi Petani terhadap Dampak Kerebahan Tanaman Padi di Kel. Wiringpalenae Kec. Tempe Kab. Wajo,” *Jurnal Ilmiah Agrotani*, vol. 3, no. 2, pp. 241–251, 2021.
- [15] N. K. F. Permatasari, M. P. Tambunan, M. D. M. Mannesa, and R. P. Tambunan, “Pengaruh Kekeringan Pada Produksi Tanaman Padi Di Kabupaten Majalengka Dengan Penginderaan Jauh Metode Ndvi,” *Jurnal Geosaintek*, vol. 7, no. 1, pp. 17–26, 2021.
- [16] T. D. Isna, “Daftar Negara Penghasil Beras Terbesar Dunia, Indonesia Urutan Berapa?,” *Fortune Media IP Limited*, 2022. [Online]. Available: <https://www.fortuneidn.com/market/tanayastri/daftar-negara-penghasil-beras-terbesar-dunia-indonesia-urutan-berapa->. [Accessed: 02-Dec-2022].
- [17] A. Nurkholis, Muhaqiqin, and T. Susanto, “Algoritme Spatial Decision Tree untuk Evaluasi Kesesuaian Lahan Padi Sawah Irigasi,” *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 4, no. 5, pp. 978–987, 2020.
- [18] K. Muttaqien, A. T. S. Haji, and A. A. Sulianto, “Analisis Kesesuaian Lahan Tanaman Padi Yang Berkelanjutan Di Kabupaten Indramayu,” *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, vol. 8, no. 1, pp. 48–57, 2020.
- [19] H. A. Katili and N. M. Sari, “Keseuaian Lahan Untuk Pengembangan Padi Varietas Ranta Dan Habo Kecamatan Batu Kabupaten Banggai,” *Jurnal Pertanian Cemara*, vol. 18, no. 2, pp. 38–45, 2021.
- [20] T. H. Sinaga, A. Wanto, I. Gunawan, S. Sumarno, and Z. M. Nasution, “Implementation of Data Mining Using C4.5 Algorithm on Customer Satisfaction in Tirta Lihou PDAM,” *Journal of Computer Networks, Architecture, and High-Performance Computing*, vol. 3, no. 1, pp. 9–20, 2021.
- [21] A. Pradipta, D. Hartama, A. Wanto, S. Saifullah, and J. Jalaluddin, “The Application of Data Mining in Determining Timely Graduation Using the C45 Algorithm,” *IJISTECH (International Journal of Information System & Technology)*, vol. 3, no. 1, pp. 31–36, 2019.
- [22] I. Parlina *et al.*, “Naive Bayes Algorithm Analysis to Determine the Percentage Level of visitors the Most Dominant Zoo Visit by Age Category,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–5, 2019.
- [23] S. F. Damanik, A. Wanto, and I. Gunawan, “Penerapan Algoritma Decision Tree C4.5 untuk Klasifikasi Tingkat Kesejahteraan Keluarga pada Desa Tiga Dolok,” *Jurnal Krisnadana Volume*, vol. 1, no. 2, pp. 21–32, 2022.
- [24] N. Arminarahmah, A. D. GS, G. W. Bhawika, M. P. Dewi, and A. Wanto, “Mapping the Spread of Covid-19 in Asia Using Data Mining X-Means Algorithms,” *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1071, no. 1, p. 012018, 2021.
- [25] F. S. Napitupulu, I. S. Damanik, I. S. Saragih, and A. Wanto, “Algoritma K-Means untuk Pengelompokan Dokumen Akta Kelahiran pada Tiap Kecamatan di Kabupaten Simalungun,” *Building of Informatics, Technology and Science (BITS) Volume*, vol. 2, no. 1, pp. 55–63, 2020.
- [26] J. Hutagalung, N. L. W. S. R. Ginantra, G. W. Bhawika, W. G. S. Parwita, A. Wanto, and P. D. Panjaitan, “COVID-19 Cases and Deaths in Southeast Asia Clustering using K-Means Algorithm,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1783, no. 1, p. 012027, 2021.
- [27] N. A. Febriyati, A. D. GS, and A. Wanto, “GRDP Growth Rate Clustering in Surabaya City uses the K- Means Algorithm,” *International Journal of Information System & Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 276–283, 2020.
- [28] M. A. Hanafiah and A. Wanto, “Implementation of Data Mining Algorithms for Grouping Poverty Lines by District/City in North Sumatra,” *International Journal of Information System & Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 315–322, 2020.
- [29] G. B. Kaligis and S. Yulianto, “Analisa Perbandingan Algoritma K-Means, K-Medoids, dan X-Means untuk Pengelompokan Kinerja Kinerja Pegawai,” *IT-EXPLORE: Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 1, no. 3, pp. 179–193, 2022.
- [30] S. Wijayanto and M. Y. Fathoni, “Pengelompokan Produktivitas Tanaman Padi di Jawa Tengah Menggunakan Metode Clustering K-Means,” *Jurnal JUPITER*, vol. 13, no. 2, pp. 212–219, 2021.
- [31] C. J. Silalahi, A. Situmorang, and J. F. Naibaho, “Implementasi Metode K-Means Clustering Untuk Memetakan Daerah Potensial Penghasil Padi di Provinsi Sumatera Utara,” *Methotika : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, vol. 2, no. 2, pp. 49–57, 2022.
- [32] Luth Fimawahib, I. R. Bakti, and A. Supriyanto, “Algoritma K-Medoids untuk Pengelompokan Produksi Padi dan Beras



- sebagai Upaya Optimalisasi Ketahanan Pangan di Provinsi Riau,” *SATIN - Sains dan Teknologi Informasi*, vol. 8, no. 2, pp. 13–24, 2022.
- [33] S. Monica, F. Natalia, and S. Sudirman, “Clustering Tourism Object in Bali Province Using K- Means and X-Means Clustering Algorithm,” in *2018 IEEE 20th International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 16th International Conference on Smart City; IEEE 4th International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS)*, 2018, pp. 1462–1467.
- [34] F. Noorbehbahani and S. Mansoori, “A New Semi-supervised Method for Network Traffic Classification Based on X-means Clustering and Label Propagation,” in *2018 8th International Conference on Computer and Knowledge Engineering, ICCKE 2018*, 2018, pp. 120–125.
- [35] J. Ge *et al.*, “LPX: Overlapping community detection based on X-means and label propagation algorithm in attributed networks,” *Computational Intelligence*, vol. 37, no. 1, pp. 484–510, 2021.
- [36] M. Anoop and P. Sriprya, “Focused information criterion based partitioned iterative X-means dice correlation clustering for big Geo-social data,” *Journal of Critical Reviews*, vol. 7, no. 6, pp. 54–62, 2020.
- [37] BPS, “Luas Panen, Produktivitas, dan produksi Padi Menurut Provinsi 2020-2022,” *Badan Pusat Statistik Indonesia*, 2022. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/indicator/53/1498/1/luas-panen-produksi-dan-produktivitas-padi-menurut-provinsi.html>. [Accessed: 24-Nov-2022].
- [38] N. Arminarahmah, A. D. GS, G. W. Bhawika, M. P. Dewi, and A. Wanto, “Mapping the Spread of Covid-19 in Asia Using Data Mining X-Means Algorithms,” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1071, no. 1, p. 012018, 2021.