



DATA MINING K-MEANS CLUSTERIZATION USING THE DAVIES BOULDIN INDEX BASED ON ARIMA FORECASTING RESULTS OF BIOPHARMACO CROP PRODUCTION IN INDONESIA PROVINCE

KLASTERISASI DATA MINING K-MEANS DENGAN INDEKS DAVIES BOULDIN BERDASARKAN HASIL PERAMALAN PRODUKSI TANAMAN BIOFARMAKA DI PROVINSI INDONESIA MENGGUNAKAN ARIMA

Dwi Purliantoro¹, Ivonne Ayesha²

^{1,2}Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Bandung

E-mail: dwi.purliantoro@umbandung.ac.id¹, drivonneayasha@gmail.com²

ARTICLE INFO

Correspondent:

Dwi Purliantoro
dwi.purliantoro@umbandung.ac.id

Key words:

data mining, clustering, Arima, biopharmaceutical plants, rhizomes, K-Means, davies bouldin index

Website:

<https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR>

page: 580 - 594

ABSTRACT

The purpose of this study was to forecast the production of rhizome-type biopharmaceuticals in Indonesia, and cluster the forecasting results as a reference for production policy based on these clusters. This study used secondary data from the Central Bureau of Statistics (BPS) regarding the production of biopharmaceutical plants from 2011 to 2022. Forecasting the production of biopharmaceutical plants analyzed in this study was the rhizome type, consisting of 7 plants namely: ginger, galangal, kencur, turmeric, lempuyang, temulawak, and temuireng. Data analysis using K-Means Clustering with Davies Bouldin Index. The results show that clustering the production of rhizome-type biopharmaceutical plants using the K-Means method based on the smallest Davies Bouldin Index (DBI) value, found 6 (six) clusters for the 2023 forecast, 4 (four) clusters for the 2024 forecast, and 3 (three) cluster for forecasting in 2025. For each year the forecast shows that East Java Province is in the highest cluster. The results of this clustering can be a reference for the preparation of programs by both the government and other related parties in the context of increasing the production and productivity of rhizome-type biopharmaceutical plants in Indonesia.

Copyright © 2023 JSCR. All rights reserved.

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
Koresponden Dwi Purliantoro <i>dwi.purliantoro@unbandung.ac.id</i> Kata kunci: <i>data mining, klasterisasi, Arima, tanaman biofarmaka, rimpang, K-Means, davies bouldin index</i> Website: <i>https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR</i> hal: 580 - 594	Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan peramalan produksi biofarmaka jenis rimpang di Indonesia, dan klasterisasi hasil peramalan sebagai acuan kebijakan produksi berdasarkan klaster tersebut. Penelitian ini menggunakan data sekunder dari Badan Pusat Statistik (BPS) mengenai produksi tanaman biofarmaka dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2022. Peramalan produksi tanaman biofarmaka yang dianalisis dalam penelitian ini adalah jenis rimpang, terdiri dari 7 tanaman yaitu: jahe, lengkuas, kencur, kunyit, lempuyang, temulawak, dan temuireng. Analisis data menggunakan Klasterisasi <i>K-Means</i> dengan Indeks <i>Davies Bouldin</i>. Hasil menunjukkan bahwa klasterisasi produksi tanaman biofarmaka jenis rimpang dengan metode <i>K-Means</i> berdasarkan nilai Indeks <i>Davies Bouldin</i> (DBI) terkecil, ditemukan 6 (enam) klaster untuk peramalan tahun 2023, 4 (empat) klaster untuk peramalan tahun 2024, dan 3 (tiga) klaster untuk peramalan tahun 2025. Masing-masing tahun peramalan menunjukkan bahwa Provinsi Jawa Timur berada pada klaster tertinggi. Hasil klasterisasi ini dapat menjadi acuan penyusunan program-program baik oleh pemerintah maupun pihak-pihak terkait lainnya dalam rangka meningkatkan produksi dan produktivitas tanaman biofarmaka jenis rimpang di Indonesia. Copyright © 2023 JSCR. All rights reserved.

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara yang terletak di daerah tropis, memiliki banyak plasma nutfah tanaman yang bermanfaat untuk obat, yang dikenal juga dengan istilah biofarmaka. Tanaman obat tersebut telah berabad-abad didayagunakan oleh masyarakat menjadi obat tradisional berupa jamu untuk mengatasi berbagai macam masalah kesehatan. Fakta ini menunjukkan bahwa tanaman obat merupakan kekayaan budaya bangsa Indonesia yang dijaga dan senantiasa diupayakan keberlanjutannya. Tanaman biofarmaka juga dijuluki sebagai tanaman unggulan bagi masyarakat, karena memiliki khasiat khusus yang jarang ditemui pada obat-obatan modern.

Menurut Suharno dan Heriyanto (2018), Indonesia mempunyai tumbuhan obat tidak kurang dari 9.606 spesies, dan sudah terinventarisasi sebanyak 1.845 jenis, yang ditemui di ekosistem alami, terutama tipe ekosistem hutan. Salim dan Munadi (2017) dalam bukunya "Info Komoditi Tanaman Obat" menuliskan jumlah tanaman biofarmaka sebanyak 30.000 jenis, sekitar 7.500 jenis sudah diketahui memiliki khasiat herbal atau tanaman obat, namun hanya 1.200 jenis tanaman yang sudah dimanfaatkan untuk bahan baku obat-obatan herbal atau jamu, baik secara tradisional oleh masyarakat maupun diproduksi oleh industri-industri jamu.

Berdasarkan data tersebut, Indonesia terkenal sebagai negara penghasil tanaman obat (tanaman biofarmaka) terbaik di dunia, dan menjadikannya sebagai negara pusat jamu dunia (Nainggolan, dkk, 2022). Dikutip dari data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022, paling sedikit terdapat tujuh jenis tanaman biofarmaka yang telah diproduksi skala industri di Indonesia, antara lain jahe, lengkuas, kencur, kunyit, lempuyang, temulawak, dan temuireng. Total produksi tanaman-tanaman biofarmaka tersebut pada tahun 2022 adalah seperti berikut: jahe sebanyak 247.455.487 kg, lengkuas 66.312.671 kg, kencur 52.477.225 kg, kunyit 196.499.570 kg, lempuyang 7.219.608 kg, temulawak 28.099.702 kg, dan temuireng 5.051.749 kg (BPS, 2022).

Hampir setiap provinsi di Indonesia menghasilkan tanaman biofarmaka ini. Jawa Barat penghasil terbanyak jahe dan lengkuas, yaitu berturut-turut sebanyak 54.741.570 kg dan 17.984.286 kg pada tahun 2022. Penghasil kencur terbanyak adalah Provinsi Jawa Tengah dengan total produksi tahun 2022 sebanyak 14.777.968 kg. Provinsi Jawa Timur merupakan daerah paling banyak menghasilkan beragam jenis tanaman obat, yaitu kunyit mencapai 102.772.963 kg, lempuyang 3.784.797 kg, temulawak 20.816.841 kg, dan temuireng 2.977.873 kg (BPS, 2022). Secara umum jumlah total produksi tanaman obat ini meningkat sejak tahun 2020. Hal ini mengindikasikan meningkatnya ketersediaan bahan baku obat tradisional atau jamu. Data lengkap produksi tanaman biofarmaka tahun 2022 untuk setiap provinsi di Indonesia disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Produksi Tanaman Biofarmaka Rimpang Indonesia Tahun 2022

Provinsi	Jahe	Lengkuas	Kencur	Kunyit	Lempuyang	Temulawak	Temuireng
Aceh	2.769.195	491.312	169.916	1.039.869	26.569	724	0
Sumatera Utara	31.250.115	893.906	1.174.808	7.952.238	21.393	37.462	2.806
Sumatera Barat	7.213.111	2.327.641	591.037	3.983.213	5.430	36.086	1.622
Riau	2.175.788	779.474	820.610	2.169.237	1.412.946	209.589	17.217
Jambi	2.553.195	787.701	264.647	697.239	9.536	25.844	10.855
Sumatera Selatan	2.062.736	1.323.744	1.526.659	1.508.873	10.963	73.876	57.530
Bengkulu	16.703.709	1.833.805	1.449.968	5.557.880	28.544	33.666	1.814
Lampung	3.826.072	1.124.748	5.413.628	1.043.983	108.875	210.221	108.066
Kep. Bangka Belitung	650.686	714.654	383.800	490.096	3.850	4.982	0
Kep. Riau	35.157	66.290	9.596	29.147	545	1.330	0
Dki Jakarta	1.377	1.000	392	560	8	140	25
Jawa Barat	54.741.570	17.984.286	13.369.813	13.999.087	107.798	119.970	18.862
Jawa Tengah	45.309.562	14.479.924	14.777.968	22.909.561	907.798	4.251.573	936.241
Di Yogyakarta	4.969.766	1.222.612	2.675.173	3.287.539	589.724	1.453.450	754.737
Jawa Timur	31.456.739	8.639.144	2.840.700	102.772.963	3.784.797	20.816.841	2.977.873
Banten	2.678.077	3.210.934	1.664.607	821.776	54.156	31.985	973
Bali	5.757.638	353.042	353.391	6.466.018	0	13.784	4
Nusa Tenggara Barat	2.138.322	837.989	352.871	1.390.452	23.792	56.825	2.743
Nusa Tenggara Timur	1.463.421	953.754	159.558	1.072.882	4	148.163	6.813
Kalimantan Barat	3.805.897	492.400	274.863	756.263	25.172	50.823	37.637
Kalimantan Tengah	637.917	323.853	121.373	217.295	8.913	18.062	5.882
Kalimantan Selatan	4.083.940	927.814	2.794.624	2.273.520	1.320	151.095	154
Kalimantan Timur	1.140.389	294.401	129.305	219.214	6.205	50.173	65.162
Kalimantan Utara	653.066	739.134	52.534	180.661	5.038	40.285	8.675
Sulawesi Utara	2.036.404	75.846	8.456	492.677	0	25.799	0
Sulawesi Tengah	1.201.645	513.883	344.840	616.584	13.996	99.474	11.380
Sulawesi Selatan	10.464.984	3.059.302	232.415	11.769.811	27.878	37.275	302
Sulawesi Tenggara	332.246	156.949	69.072	103.856	2.012	21.610	13.874
Gorontalo	18.557	0	812	18.821	0	0	0
Sulawesi Barat	229.090	78.336	43.935	109.786	15.383	2.257	0
Maluku	504.590	360.986	129.462	381.061	1.634	203	12
Maluku Utara	4.426.649	1.163.088	225.546	1.913.055	0	43.560	0
Papua Barat	93.775	63.104	39.312	229.382	2.460	21.389	1.386
Papua	70.102	37.615	11.534	24.971	12.869	11.186	9.104
Indonesia	247.455.487	66.312.671	52.477.225	196.499.570	7.219.608	28.099.702	5.051.749

Sumber: BPS (2022)

Dilihat dari berbagai aspek seperti pola masyarakat dunia yang beralih pada obat herbal, produksi dan lahan biofarmaka serta keberhasilan dalam ekspor ke berbagai negara tujuan dunia, mengindikasikan bahwa Indonesia mampu membawa produk biofarmaka bersaing dengan negara eksportir lain. Hal ini diharapkan menjadi pemicu

peningkatan kualitas dan produk terbaik untuk memposisikan diri sebagai pemegang pasar internasional (Kanaya dan Firdaus, 2014).

Permintaan akan tanaman obat berjenis rimpang tersebut cenderung meningkat, seiring dengan peningkatan masalah kesehatan yang sulit diatasi dengan obat-obatan modern. Kondisi ini memicu semakin berkembangnya industri jamu, sehingga permintaan terhadap tanaman biofarmaka sebagai bahan baku juga meningkat. Di sisi lain, kebutuhan industri jamu terhadap tanaman biofarmaka harus diupayakan dapat terpenuhi, sehingga usaha per-jamu-an tetap berkelanjutan. Dengan demikian, hasil panen atau produksi tanaman biofarmaka berjenis rimpang sangat mempengaruhi keberlangsungan usaha jamu dan lebih jauh juga mempengaruhi kesehatan masyarakat.

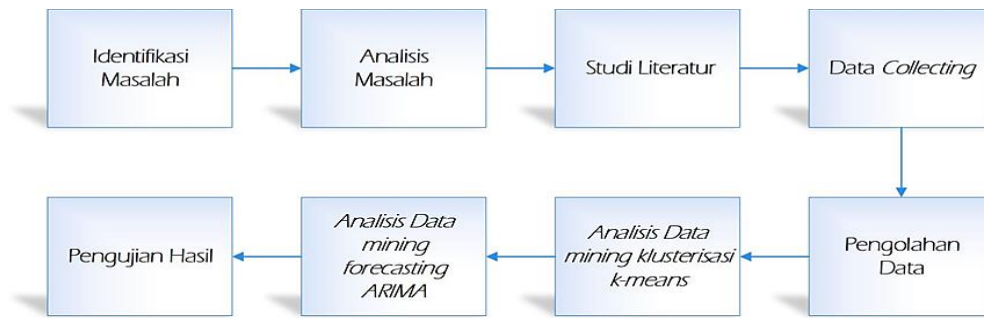
Banyak faktor yang mempengaruhi produksi tanaman biofarmaka, di antaranya iklim, lingkungan, fluktuasi harga pasar, dan sebagainya. Oleh sebab itu penting diketahui perkiraan atau peramalan hasil panen tanaman biofarmaka tersebut di tengah faktor-faktor yang mempengaruhinya. Menurut Salam & Poovammel (2016); Dahikar & Rode (2014), bahwa perkiraan hasil panen adalah salah satu persoalan paling kritis yang ditemui dalam sektor pertanian. Hal ini karena kurangnya pengetahuan para petani tentang panen yang melimpah, ketidakpastian kondisi cuaca hingga naik-turunnya harga pasar yang berpengaruh terhadap hasil produksi tanaman. Berbagai perubahan tersebut mengakibatkan peningkatan kompleksitas data dan informasi. Kenyataan ini menjadikan peramalan tentang produksi pertanian semakin sulit dan rumit.

Berdasarkan pemikiran bahwa kompleksitas semakin tinggi dengan tingkat ketidakpastian yang sering muncul, maka dibutuhkan sebuah konsep pendukung keputusan yang mampu mengolah data dengan karakteristik tersebut menjadi sebuah pengetahuan yang akurat dan valid. Konsep tersebut dapat menjadi acuan bagi petani dan *stakeholders* dalam melakukan usahatani tanaman biofarmaka dengan baik, sehingga dapat meningkatkan produksi dan produktivitas. Penelitian ini bertujuan untuk 1) Peramalan produksi biofarmaka, dan 2) klasterisasi hasil peramalan sebagai acuan kebijakan produksi berdasarkan klaster.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari Badan Pusat Statistik (BPS) mengenai produksi tanaman biofarmaka dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2022. Peramalan produksi tanaman biofarmaka yang dianalisis dalam penelitian ini adalah jenis rimpang, terdiri dari 7 tanaman yaitu: jahe, lengkuas, kencur, kunyit, lempuyang, temulawak, dan temuireng. Hal ini berdasarkan pemikiran bahwa tanaman biofarmaka rimpang merupakan jenis yang paling banyak dibutuhkan oleh industri-industri jamu, termasuk juga penggunaannya oleh masyarakat luas sebagai obat tradisional.

Analisis data menggunakan Klasterisasi Data Mining K-Means dengan Indeks *Davies Bouldin*. Penelitian dimulai dengan melakukan identifikasi masalah, analisis masalah, studi literatur, mengkoleksi data, pengolahan data, analisis Data Mining *Forecasting* dengan metode ARIMA, Klasterisasi *K-Means* berdasarkan Indeks *Davies Bouldin*, dan pengujian hasil. Tahapan penelitian ini dilakukan secara ilmiah dan sistematis sesuai dengan kaidah yang berlaku. Pada Gambar 1 disajikan ilustrasi tahapan penelitian secara lengkap.



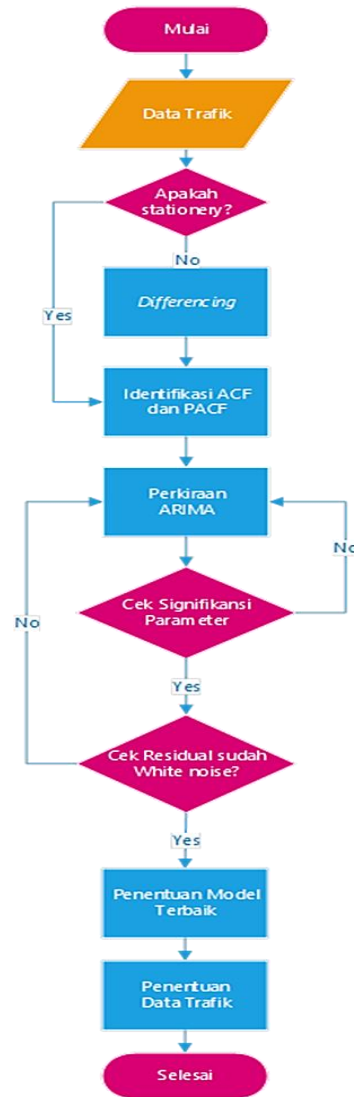
Gambar 1. Tahapan Penelitian

Data Mining

Data mining merupakan suatu proses untuk menentukan suatu relasi yang memiliki arti, pola, atau kebiasaan melalui proses seleksi dari big data yang berasal dari suatu media penyimpanan dengan bantuan teknik matematika atau statistika. Pada dasarnya *data mining* menggabungkan beberapa disiplin ilmu ke dalam bentuk *machine learning*, *pattern recognition*, pengolahan database, teknik statistika dan visualisasi data (Mai, et al., 2022).

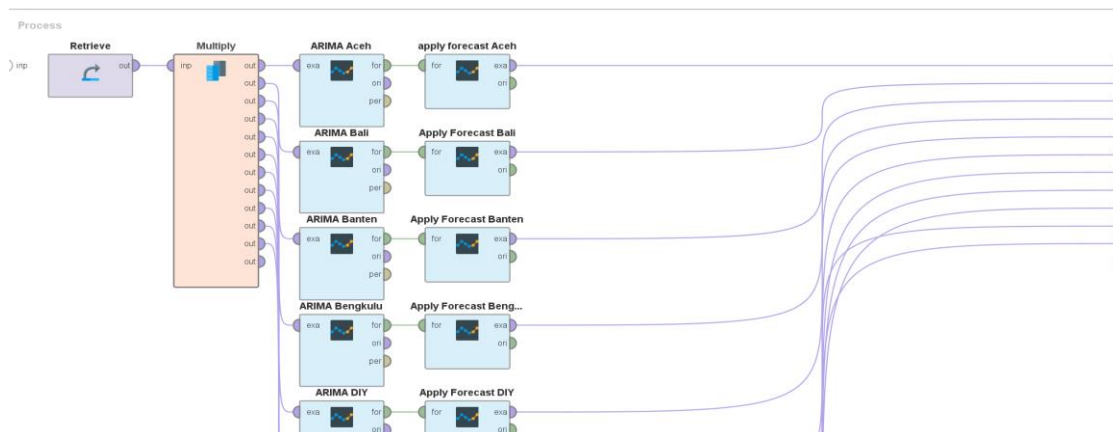
Peramalan Data Auto Regressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Metode Prediksi Model ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) digunakan pada penelitian ini, guna menghasilkan peramalan dari produksi tanaman biofarmaka jenis rimpang di seluruh provinsi di Indonesia. Prediksi atau peramalan dilakukan berdasarkan data produksi tahun 2011 sampai dengan tahun 2022 yang bersumber dari Badan Pusat Statistik. Model prediksi ARIMA merupakan model yang mengabaikan peubah bebas dalam menentukan hasil peramalan. Akan tetapi menggunakan *time series* data masa lampau dari peubah tak-bebas untuk memperoleh hasil peramalan yang lebih tepat dan akurat (Haslina et al., 2018). Diagram alir peramalan menggunakan model prediksi ARIMA, diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Peramalan ARIMA

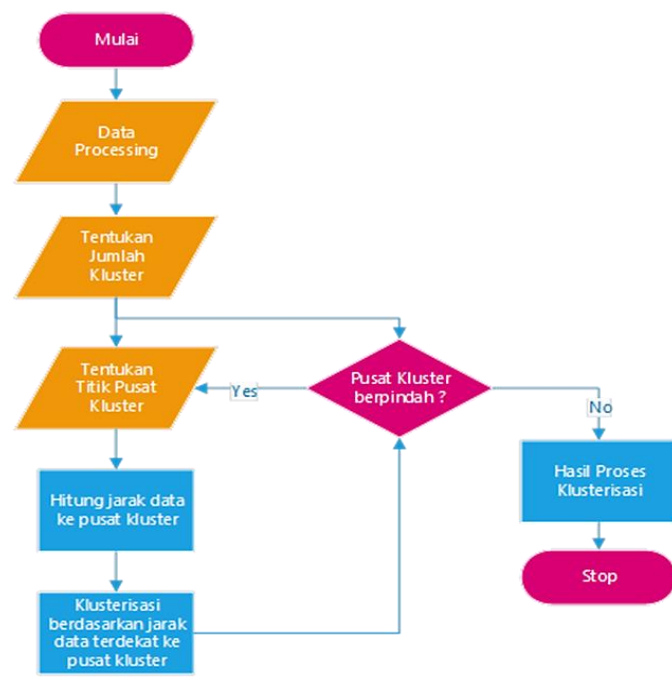
Analisis peramalan ARIMA pada penelitian ini menggunakan bantuan perangkat lunak *RapidMiner Studio*. Pada Gambar 3, diperlihatkan desain dari peramalan ARIMA terhadap 7 jenis tanaman biofarmaka di seluruh provinsi di Indonesia.



Gambar 3. Desain Peramalan dengan ARIMA

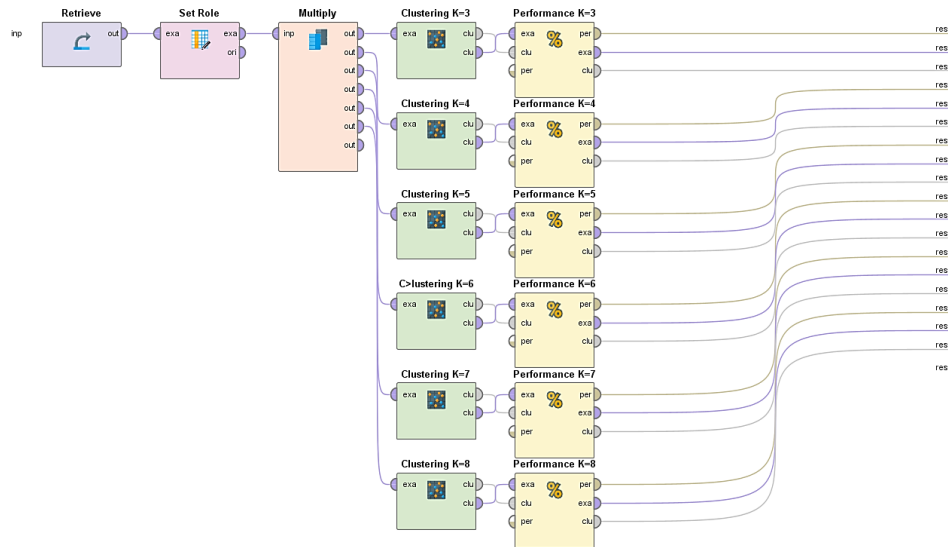
Klasterisasi *K-Means* dengan Indeks *Davies Bouldin*

Klasterisasi merupakan pengelompokan data berdasarkan kemiripan datanya, serta merupakan tipe *unsupervised learning*. Tipe *unsupervised learning* merupakan jenis *machine learning* yang dirancang untuk mengidentifikasi pola dan struktur tanpa adanya bimbingan eksternal atau tanpa label pada setiap kelompok (Priyatman, *et al.*, 2019). Proses pertama pada klasterisasi *K-Means* adalah menentukan jumlah kluster dengan menggunakan parameter k . Kemudian titik-titik k dipilih secara acak sebagai *centroid* atau pusat kluster. Dengan menggunakan rumus jarak *Euclidean* akan ditentukan jarak data ke pusat kluster. Sehingga proses klasterisasi dilakukan berdasarkan jarak terdekat antara data dengan pusat kluster. *Centroid* ini merupakan nilai pusat baru untuk masing-masing kluster. Kemudian ulangi setiap langkah di atas untuk mendapatkan pusat kluster yang baru yang lebih stabil dan memiliki jarak yang relatif sama (Witten, Frank and Eibe, *no date*). Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada diagram alir pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Klusterisasi *K-Means*

Analisis klasterisasi *K-means* dengan bantuan perangkat lunak *RapidMiner Studio*, telah mengekstrak pola-pola dari data set yang besar dengan mengkombinasikan metode statistika, kecerdasan buatan dan *database* dengan menggunakan prinsip dan algoritma *data mining* (Gafar, dkk, 2017). Gambar 5 menunjukkan desain dari klusterisasi *K-Means* prediksi produksi tanaman biofarmaka di seluruh provinsi di Indonesia pada tahun 2023 sampai dengan tahun 2025.



Gambar 5. Desain Klusterisasi K-Means dengan Indeks Davies Bouldin

Indeks Davies Bouldin (DBI)

Setelah proses klusterisasi selesai, suatu ukuran yang dapat digunakan untuk melihat berapa jumlah kluster terbaik adalah dengan Indeks *Davies Bouldin* (DBI) (Az-zahra *et al.*, 2021). Jumlah kluster terbaik, ditentukan melalui nilai DBI yang terkecil (Hilmi *et al.*, 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peramalan Produksi Tanaman Biofarmaka Tahun 2023

Berdasarkan hasil peramalan produksi tanaman biofarmaka menggunakan *software RapidMiner*, diperoleh data seperti pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa pada tahun peramalan terakhir (2025), diketahui tiga penghasil tanaman jahe tertinggi secara berturut-turut yaitu Provinsi Sumatera Utara (111.862.000 kg), Jawa Timur (55.099.000 kg), dan Jawa Barat (32.219.000 kg).

Provinsi penghasil lengkuas tiga tertinggi pada tahun 2025, berturut-turut yaitu Jawa Timur (22.231.000 kg), dan Jawa Barat (20.197.000 kg), dan Jawa Tengah (15.661.000 kg). Tiga provinsi yang memproduksi kencur tertinggi berturut-turut adalah Jawa Barat (10.360.000 kg), Jawa Tengah (5.428.000 kg), dan Jawa Timur (5.027.000 kg). Selanjutnya produksi kunyit tertinggi ditemui di Provinsi Jawa Timur (88.051.000 kg), Jawa Tengah (26.706.000 kg), dan Jawa Barat (17.023.000 kg).

Hasil peramalan tahun 2025 juga menunjukkan bahwa produksi tanaman lempuyang tertinggi berturut-turut ditemui di Provinsi Jawa Timur (3.868.000 kg), Jawa tengah (1.721.000 kg), dan Jawa Barat (752.000 kg). Untuk produksi tanaman temulawak tertinggi tahun 2025 ditemui di Provinsi Jawa Timur (13.250.000 kg), Jawa Tengah (5.414.000 kg), dan Kalimantan Timur (3.788.000 kg). Peramalan produksi tanaman temuireng tertinggi tahun 2025, yaitu Provinsi Jawa Timur (2.373.000 kg), Jawa Tengah (1.455.000 kg), dan Lampung (208.000 kg). Untuk mengetahui peramalan produksi semua tanaman yang dianalisis di setiap provinsi, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Peralaman Produksi Tanaman Biofarmaka Tahun 2023

No	Provinsi	Jahe (kg)			Lengkuas			Kencur			Kunyit			Lempuyang			Temulawak			Temuireng		
											(dalam sibuan)											
		2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
1	Aceh	2.201	2.201	2.201	524	577	578	305	338	250	3.853	3.071	4.035	22	16	11	1	6	11	0	1	2
2	Sumatera Utara	55.938	78.341	111.862	1.079	1.063	1.118	912	741	631	5.842	5.482	5.371	13	11	18	45	60	69	7	6	5
3	Sumatera Barat	3.884	4.335	4.483	758	491	1.790	372	664	1.097	3.194	2.183	1.480	7	4	4	45	21	31	2	2	2
4	Riau	2.668	3.071	3.525	735	762	763	1.572	546	1.982	2.176	2.685	3.239	949	603	429	119	119	125	19	19	189
5	Jambi	1.977	1.360	1.178	767	714	698	415	475	463	953	901	876	24	36	40	28	33	38	10	10	12
6	Sumatera Selatan	1.750	1.825	1.839	2.547	2.256	599	1.141	1.011	894	1.516	1.614	1.526	28	25	18	54	46	46	24	17	19
7	Bengkulu	17.358	19.739	22.060	3.461	1.964	3.480	2.125	1.237	1.483	4.327	3.854	3.982	26	16	20	68	65	62	15	15	11
8	Lampung	2.889	2.736	3.044	1.237	1.299	1.331	6.009	3.840	5.564	1.120	1.183	1.211	187	194	234	238	219	230	169	192	208
9	Kep. Bangka Belitung	800	633	603	1.279	516	1.189	531	145	301	480	467	448	10	6	9	4	3	3	3	1	2
10	Kep. Riau	37	37	37	105	143	153	10	11	11	31	32	29	0	0	0	1	1	0	1	0	1
11	DKI Jakarta	8	11	12	4	3	4	3	3	3	4	5	7	0	0	1	4	3	1	0	0	0
12	Jawa Barat	48.435	35.943	32.219	18.869	19.599	20.197	13.790	12.470	10.360	17.023	17.023	17.023	913	506	752	298	387	430	96	89	114
13	Jawa Tengah	60.731	44.239	30.718	16.809	17.297	15.661	11.240	7.277	5.428	28.454	24.878	26.706	1.027	1.363	1.721	5.372	4.401	5.414	1.199	1.352	1.455
14	Di Yogyakarta	4.874	4.874	4.874	1.526	1.723	1.825	1.264	2.194	1.808	3.201	3.313	3.353	481	498	492	1.493	1.494	1.518	598	579	527
15	Jawa Timur	36.216	48.014	55.099	13.446	18.589	22.231	5.372	4.157	5.027	87.307	87.676	88.051	3.712	4.750	3.868	16.998	14.980	13.250	2.343	2.368	2.373
16	Banten	3.147	3.016	2.205	3.566	3.537	3.249	1.415	1.145	1.015	673	850	899	28	35	37	36	36	36	1	2	6
17	Bali	3.196	1.588	1.809	555	687	723	522	811	740	4.333	4.601	4.441	1	1	1	17	17	17	0	0	0
18	Nusa Tenggara Barat	1.481	931	767	153	616	1.088	85	77	75	1.787	1.811	1.831	30	36	37	13	47	34	19	8	22
19	Nusa Tenggara Timur	1.703	1.857	1.929	1.299	1.127	1.217	286	254	208	2.384	1.835	1.691	3	2	4	49	95	110	56	75	114
20	Kalimantan Barat	5.262	7.398	10.371	622	745	804	281	281	278	721	696	667	21	26	6	22	46	43	15	7	28
21	Kalimantan Tengah	855	1.351	2.319	330	356	372	138	133	130	234	242	250	15	13	19	78	31	4	25	30	29
22	Kalimantan Selatan	3.843	4.653	4.615	301	207	267	3.564	3.091	2.898	2.334	2.272	2.228	1	2	1	199	89	223	0	0	0
23	Kalimantan Timur	855	1.351	2.319	330	356	372	138	133	130	234	242	250	15	13	19	78	31	3.788	25	30	29
24	Kalimantan Utara	627	584	531	502	455	435	54	53	49	133	134	114	0	4	2	62	21	66	5	2	3
25	Sulawesi Utara	1.242	286	411	168	231	305	23	19	25	496	647	774	1	1	2	9	18	40	0	0	0
26	Sulawesi Tengah	796	235	414	368	341	332	23	19	25	690	505	197	9	9	8	34	64	28	15	15	9
27	Sulawesi Selatan	19.338	15.793	17.027	2.949	3.706	4.911	208	208	208	10.341	10.341	10.341	55	63	49	185	101	35	7	15	21
28	Sulawesi Tenggara	662	662	662	197	193	204	47	63	39	319	187	194	5	2	5	27	26	28	12	13	12
29	Gorontalo	116	116	33	1	2	2	1	2	3	16	23	24	0	0	0	1	1	0	0	0	0
30	Sulawesi Barat	166	292	544	252	427	569	51	55	57	160	193	213	28	45	70	32	32	32	0	0	0
31	Maluku	594	233	223	457	466	420	59	41	44	192	73	83	2	2	2	0	0	0	1	1	1
32	Maluku Utara	2.343	14.899	10.395	1.337	1.144	977	379	197	341	1.419	1.009	573	0	0	0	63	63	62	6	6	6
33	Papua Barat	18	38	45	11	29	45	20	12	13	247	148	140	3	3	3	14	15	12	4	10	27
34	Papua	17	30	62	57	53	55	16	21	19	59	62	54	18	11	7	10	7	5	4	2	2

Sumber: Hasil olah data dengan metode ARIMA menggunakan software RapidMiner

Indeks Davies Bouldin

Indeks Davies Bouldin (DBI) dapat diketahui setelah dilakukan tahapan klasterisasi produksi tanaman biofarmaka jenis rimpang pada setiap tahun yang akan diramal. Berdasarkan hasil klasterisasi tersebut akan ditemukan nilai Indeks Davies Bouldin (DBI). Selanjutnya dipilih nilai Indeks Davies Bouldin (DBI) terkecil, sebagai acuan penentuan jumlah klaster yang tepat. Nilai Indeks Davies Bouldin (DBI) peramalan produksi tanaman biofarmaka jenis rimpang tahun 2023, 2024, dan 2025 seperti tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Davies Bouldin Index Prediksi Produksi Tahun 2023,2024,2025

Jumlah Klaster	Nilai Davies Bouldin Index (DBI)			Keterangan
	2023	2024	2025	
3	0,275	0,410	0,072	Angka yang terdapat di kolom berwarna kuning adalah nilai DBI terkecil
4	0,346	0,178	0,360	
5	0,283	0,286	0,376	
6	0,150	0,458	0,289	
7	0,336	0,365	0,393	
8	0,388	0,329	0,362	

Sumber: Data diolah dari hasil klasterisasi produksi tanaman biofarmaka dengan desain K-Means berdasarkan Indeks Davies Bouldin (DBI)

Berdasarkan data pada Tabel 3, diketahui bahwa hasil klasterisasi produksi tanaman biofarmaka jenis rimpang dengan nilai Indeks Davies Bouldin (DBI) terkecil untuk tahun 2023 adalah 0,150. Dengan demikian, maka jumlah klaster yang tepat untuk

digunakan pada prediksi produksi tanaman biofarmaka rimpang untuk tahun 2023 adalah 6 (enam) buah klaster. Hal ini berarti bahwa klasterisasi produksi tanaman biofarmaka jenis rimpang untuk seluruh provinsi di Indonesia tahun 2023 terbaik adalah terdiri dari 6 klaster berdasarkan analisis metode *K-Means* dengan bantuan *software RapidMiner*

Hasil klasterisasi produksi tanaman biofarmaka jenis rimpang untuk tahun 2024, diperoleh nilai Indeks *Davies Bouldin* (DBI) terkecil adalah 0,178. Hal ini mengindikasikan bahwa jumlah klaster yang dipilih untuk hasil klasterisasi produksi tanaman biofarmaka jenis rimpang pada tahun 2024 adalah sebanyak 4 (empat) klaster. Dengan kata lain bahwa, pengklasteran produksi tanaman biofarmaka jenis rimpang berdasarkan analisis metode *K-Means* untuk seluruh provinsi di di Indonesia tahun 2024 yang terbaik adalah terdiri dari 4 klaster (lihat Tabel 3).

Selanjutnya klasterisasi produksi tanaman biofarmaka jenis rimpang pada tahun 2025, diperoleh nilai Indeks *Davies Bouldin* (DBI) yang terkecil adalah 0,072. Hal ini berarti bahwa jumlah klaster yang dipilih adalah sebanyak 3 (tiga) buah klaster (lihat Tabel 3). Tiga buah klaster ini berdasarkan hasil analisis dengan metode *K-Means*, adalah yang paling baik.

Hasil Klusterisasi *K-Means*

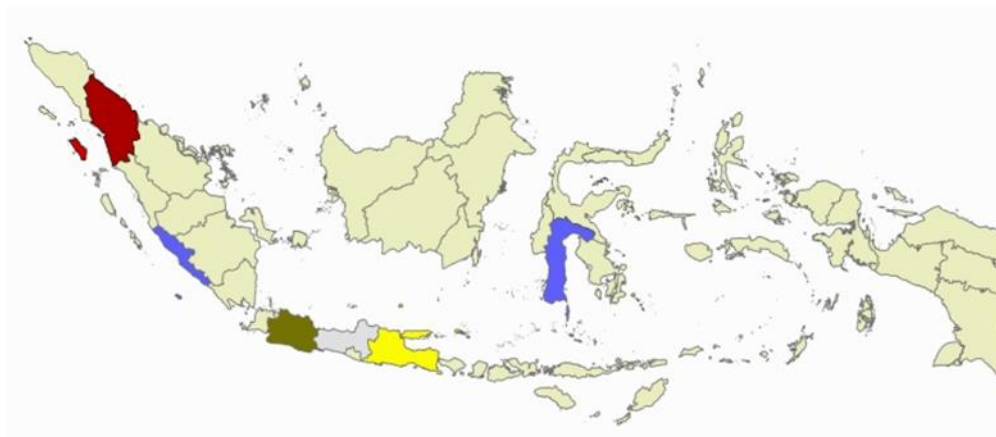
Klasterisasi *K-Means*, dimaksudkan untuk mendapatkan pusat klaster yang baru yang lebih stabil dan memiliki jarak yang relatif sama antara data dengan pusat klaster. Hasil klasterisasi *K-Means*, seperti yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Klusterisasi *K-Means* Peramalan Produksi Tahun 2023

Klaster	Tahun		
	2023	2024	2025
Klaster 1	Aceh, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, DKI Jakarta, DI Yogyakarta, Banten, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua.	Aceh, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, DKI Jakarta, DI Yogyakarta, Banten, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua.	Aceh, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Kep. Bangka Belitung, Kep. Riau, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Banten, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Gorontalo, Sulawesi Barat, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua.
Klaster 2	Jawa Barat	Jawa Barat, Jawa Tengah	Sumatera Utara
Klaster 3	Jawa Tengah	Sumatera Utara	Jawa Timur
Klaster 4	Bengkulu, Sulawesi Selatan	Jawa Timur	
Klaster 5	Sumatera Utara		
Klaster 6	Jawa Timur		

Sumber: Hasil olah data dengan metode *K-Means*, 2023

Hasil klasterisasi *K-Means* ini dapat diperjelas dengan menampilkannya dalam bentuk visual/gambar, berupa peta dengan menggunakan bantuan *software ArcGis Pro*. Pada Gambar 6, 7 dan 8, ditampilkan peta klasterisasi peramalan produksi tanaman biofarmaka jenis rimpang untuk setiap tahun peramalan.



Gambar 6. Peta Klasterisasi Peramalan Produksi Tanaman Biofarmaka Tahun 2023

Keterangan Gambar:

Perbedaan warna pada setiap provinsi menunjukkan klaster-nya, dengan penjelasan sebagai berikut:

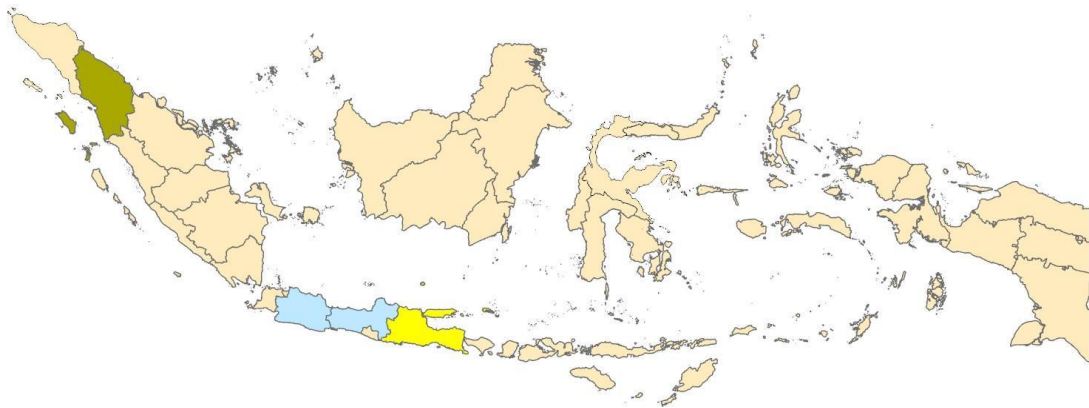
 Klaster 1	 Klaster 2	 Klaster 3
 Klaster 4	 Klaster 5	 Klaster 6

Berdasarkan hasil klasterisasi *K-Means* terhadap produksi tanaman biofarmaka untuk 7 (tujuh) jenis rimpang pada peramalan tahun 2023, menunjukkan bahwa klaster 6 (enam) yang diisi oleh Provinsi Jawa Timur, dapat dikatakan lebih baik dari pada klaster 5, 4, 3, 2, dan 1 berdasarkan total jumlah produksi. Hasil perhitungan jumlah total produksi Jawa Timur adalah yang tertinggi yaitu sebanyak 165.394.000 kg. Data lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Total Produksi Berdasarkan Data Peramalan (dalam ribuan)

No	Provinsi	Tahun			No	Provinsi	Tahun		
		2023	2024	2025			2023	2024	2025
1	Aceh	6.906	27	55	18	Nusa Tenggara Barat	3.568	114	229
2	Sumatera Utara	63.836	204	408	19	Nusa Tenggara Timur	5.780	400	800
3	Sumatera Barat	8.262	65	129	20	Kalimantan Barat	6.944	130	261
4	Riau	8.238	461	922	21	Kalimantan Tengah	1.675	97	193
5	Jambi	4.174	98	195	22	Kalimantan Selatan	10.242	323	645
6	Sumatera Selatan	7.060	134	269	23	Kalimantan Timur	1.675	3.881	7.762
7	Bengkulu	27.380	180	361	24	Kalimantan Utara	626	92	185
8	Lampung	11.849	861	1.722	25	Sulawesi Utara	1.382	59	119
9	Kep. Bangka Belitung	3.107	12	24	26	Sulawesi Tengah	1.935	118	236
10	Kep. Riau	185	2	5	27	Sulawesi Selatan	33.083	205	410
11	DKI Jakarta	23	4	8	28	Sulawesi Tenggara	1.269	79	159
12	Jawa Barat	99.424	1.120	2.240	29	Gorontalo	135	2	4
13	Jawa Tengah	124.832	12.752	25.499	30	Sulawesi Barat	689	65	131
14	Di Yogyakarta	13.437	4.134	8.266	31	Maluku	1.305	3	7
15	Jawa Timur	165.394	33.155	66.293	32	Maluku Utara	5.547	142	283
16	Banten	8.866	90	180	33	Papua Barat	317	65	130
17	Bali	8.624	43	86	34	Papua	181	16	32

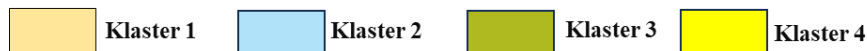
Sumber: Hasil olah data peramalan produksi tahun 2023, 2024, dan 2025



Gambar 7. Peta Klasterisasi Peramalan Produksi Tanaman Biofarmaka Tahun 2024

Keterangan Gambar:

Perbedaan warna pada setiap provinsi menunjukkan klaster-nya, dengan penjelasan sebagai berikut:



Hasil klasterisasi *K-Means* terhadap produksi tanaman biofarmaka untuk 7 (tujuh) jenis rimpang pada peramalan tahun 2024, menunjukkan bahwa klaster 4 (empat) yang diisi oleh Provinsi Jawa Timur (Tabel 4 dan Gambar 7), merupakan klaster terbaik dibandingkan klaster 3, 2, dan 1 berdasarkan total jumlah produksi. Diketahui dari Tabel 5 bahwa total produksi tanaman biofarmaka pada peramalan tahun 2024 adalah sebanyak 33.155.000 kg, seperti terlihat pada Tabel 5.



Gambar 8. Peta Klasterisasi Peramalan Produksi Tanaman Biofarmaka Tahun 2025

Keterangan Gambar:

Perbedaan warna pada setiap provinsi menunjukkan klaster-nya, dengan penjelasan sebagai berikut:



Pengklasteran dengan metode *K-Means* terhadap produksi tanaman biofarmaka untuk 7 (tujuh) jenis rimpang pada peramalan tahun 2025, diketahui bahwa Provinsi Jawa Timur yang berada di klaster 3 (tiga) (Tabel 4 dan Gambar 8), memiliki total produksi

tertinggi yaitu sebanyak 66.293.000 kg (Tabel 5). Fakta ini menunjukkan bahwa Klaster ketiga yang diisi oleh Provinsi Jawa Timur merupakan klaster terbaik dibandingkan dengan klaster 2 dan 3.

Dengan demikian, maka berdasarkan klasterisasi *K-Means* dan peramalan produksi tanaman biofarmaka jenis rimpang, diperoleh bahwa Provinsi Jawa Timur berada pada klaster terbaik untuk setiap tahun peramalan. Pernyataan ini didasari oleh jumlah total produksi Provinsi Jawa Timur sepanjang tahun peramalan (2023, 2024, dan 2025), yang menunjukkan produksi tertinggi. Sebagaimana dikutip dari <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/06/14/jawa-timur-provinsi-penghasil-temulawak-terbesar-di-indonesia>, bahwa Jawa Timur tercatat sebagai provinsi yang menghasilkan temulawak paling banyak, yakni mencapai 23,11 juta kg¹. Bahkan pada tahun 2020 saja Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat Provinsi Jawa Timur sebagai daerah penghasil jahe terbesar di Indonesia, yaitu mencapai 45,09 ribu ton².

Berdasarkan klasterisasi ini, maka Provinsi Jawa Timur yang berada pada klaster tertinggi pada setiap tahun peramalan, perlu mempertahankan eksistensinya sebagai daerah penghasil tanaman biofarmaka terbanyak di Indonesia. Oleh sebab itu perlu kerjasama semua pihak termasuk pemerintah untuk tetap mendukung para petani tanaman biofarmaka di daerah ini, agar produksi dan produktifitasnya tetap tinggi, sehingga dapat terus berkontribusi terhadap ketersediaan bahan baku industri jamu di Indonesia dan mancanegara.

Adapun daerah-daerah yang berada pada klaster lainnya, perlu dilakukan dukungan yang lebih kuat lagi, agar produksi dan produktivitas tanaman biofarmaka jenis rimpang dapat ditingkatkan. Pengembangan usahatani tanaman biofarmaka, seringkali dihadapkan pada berbagai masalah. Salah satu menurut Kanaya dan Firdaus (2014), bahwa masalah utama dalam pengembangan produk biofarmaka adalah produktivitas menurun dan nilai ekspor yang masih cenderung tidak menentu. Lanjutnya, produktivitas suatu komoditas ditentukan berdasarkan perbandingan antara produksi dengan luas lahan yang tersedia bagi komoditas tersebut, maka perbaikan varietas unggul dan peningkatan produktivitas perlu dilakukan dan masih menjadi fokus utama penyediaan produk biofarmaka domestik dan mancanegara.

Di samping itu, menurut Widyaningrum dan Marhaeni (2017), para pelaku agrobisnis tanaman biofarmaka perlu kiranya untuk lebih berupaya lagi di dalam mewujudkan potensi tanaman biofarmaka menjadi salah satu penggerak pembangunan pertanian melalui mutu dan kontinuitas penyediaan bahan baku. Dengan demikian diharapkan, industri-industri jamu semakin berkembang di Indonesia.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hasil klasterisasi produksi tanaman biofarmaka jenis rimpang dengan metode *K-Means* berdasarkan nilai Indeks *Davies Bouldin* (DBI) terkecil, ditemukan 6 (enam) klaster untuk peramalan tahun 2023, 4 (empat) klaster untuk peramalan tahun 2024,

¹ Jawa Timur, Provinsi Penghasil Temulawak Terbesar di Indonesia. Diakses melalui: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/06/14/jawa-timur-provinsi-penghasil-temulawak-terbesar-di-indonesia>

² Jawa Timur Jadi Produsen Jahe Terbesar di Indonesia pada 2020. Diakses melalui: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/07/09/jawa-timur-jadi-produsen-jahe-terbesar-di-indonesia-pada-2020>

dan 3 (tiga) klaster untuk peramalan tahun 2025. Masing-masing tahun peramalan menunjukkan bahwa Provinsi Jawa Timur berada pada klaster tertinggi. Hasil klasterisasi ini dapat menjadi acuan penyusunan program-program baik oleh pemerintah maupun pihak-pihak terkait lainnya dalam rangka meningkatkan produksi dan produktivitas tanaman biofarmaka jenis rimpang di Indonesia.

Saran

Dari hasil analisis dan pembahasan, dapat disarankan sebagai berikut:

1. Provinsi Jawa Timur sebagai provinsi yang berada pada klaster terbaik berdasarkan klasterisasi peramalan produksi tahun 2023, 2024, dan 2025, seyogyanya mempertahankan dan kalau bisa meningkatkan terus produksi dan produktivitas tanaman biofarmaka jenis rimpang ini. Provinsi-provinsi lain yang masih belum maksimal produksi dan produktivitasnya harus berupaya untuk memaksimalkan, agar kesediaan bahan baku industri jamu di Indonesia dan mancanegara terpenuhi.
2. Pemerintah dan stakeholder lain, hendaknya saling bahu membahu dalam meluncurkan program peningkatan produksi dan produktivitas tanaman biofarmaka jenis rimpang di seluruh provinsi di Indonesia, sehingga dapat mendukung perkembangan industri jamu, ekonomi dan pada akhirnya menunjang pembangunan pertanian secara keseluruhan.
3. Penelitian dan analisis ini masih terbatas pada tanaman biofarmaka jenis rimpang. Oleh sebab itu dapat dilakukan penelitian lanjutan untuk jenis tanaman biofarmaka non rimpang, agar memperoleh hasil informasi yang lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifah, Y., Sunarti, S., & Prabandari, R. (2022). Efek Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) terhadap Kolesterol Total, LDL, HDL Pada Tikus (*Rattus Norvegicus*). *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 4(1), 18–31. <https://doi.org/10.37311/jsscr.v4i1.13493>
- Azka, S. F., Ichwanuddin, I., Rosmana, D., Fauziyah, R. N., & Sadida, H. S. (2019). Peran *Yoghurt* Kacang Merah dalam Menurunkan. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekes Kemenkes Bandung*, 11(1), 141–147.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2022). Produksi Tanaman Biofarmaka (Obat) 2020-2022. Diakses melalui website resmi BPS di: <https://www.bps.go.id/indicator/55/63/1/produksi-tanaman-biofarmaka-obat-.html>
- Cahyo, T. A. N., & Kartasurya, M. I. (2015). Pengaruh Pemberian *Yoghurt* Kacang Merah terhadap Kadar Kolesterol Ldl pada Wanita Dislipidemia. *Journal of Nutrition College*, 4(2), 526–569.
- CTI, B. R., Gafar, A. A., Fajriani, N., Ramdani, U., Uyun, F. R., & Ransi, N. (2017). Implementasi *K-Means Clustering* pada *RapidMiner* untuk Analisis Daerah Rawan Kecelakaan. *Semin. Nas. Ris. Kuantitatif Terap*, 2017.
- Dahikar, S. S., & Rode, S. V. (2014). *Agricultural Crop Yield Prediction Using Artificial Neural Network Approach*. *International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering*, 2(1), 683–686.

- Kanaya, I. A., & Firdaus, M. (2014). Daya Saing dan Permintaan Ekspor Produk Biofarmaka Indonesia di Negara Tujuan Utama Periode 2003-2012. *Jurnal Manajemen & Agribisnis*, 11(3), 183-198.
- Kumalaningsih, S., Hindun Pulungan, M., & Raisyah, R. (2016). *Substitution of Red Beans Extract with Milk for The Product of Yogurt*. *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 5(2), 54-60. <https://doi.org/10.21776/ub.industria.2016.005.02.1>
- Listiyana, A. D., Mardiana, M., & Prameswari, G. N. (2013). Obesitas Sentral dan Kadar Kolesterol Darah Total. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(1), 37-43.
- Marcelia, K., & Kartasurya, M. I. (2016). Pengaruh Pemberian *Yoghurt* Kacang Merah terhadap Kadar Kolesterol Total pada Wanita *Dislipidemia*. *Journal of Nutrition College*, Volume, 5, 28-35.
- Putriningtyas, N. D., & Astuti, A. T. (2017). Potensi *Yogurt* Kacang Merah terhadap Gangguan Toleransi Glukosa, Kadar Kolesterol dan Penurunan Berat Badan pada Remaja Putri Obesitas. *Pengembangan Sumber Daya Pedesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan VII*, November, 270-281.
- Rumagit, B. I., Wullur, A. C., & Kalonio, D. E. (2013). Bubur Kacang Merah, Kolesterol dan Asam Urat. Uji Efektivitas Hepatoprotektor Ekstrak Etanol Daun Alpukat (*Persea Americana* Mill.) pada Tikus Putih (*Rattus Norvegicus* L), 7, 135-141.
- Sellam, V., & Poovammal, E. (2016). *Prediction Of Crop Yield Using Regression Analysis*. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(38), 1-5.
- Suharno dan Heriyanto. (2018). Buku Ajar Produksi Tanaman Biofarmaka. PUSAT Pendidikan Pertanian Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian Kementerian Pertanian. ISBN: 978-602-6367-31-0.
- Widyaningrum, L. A. D., & Marhaeni, A. A. I. N. (2020). Analisis Pengaruh Jumlah Produksi, Luas Areal Panen, dan Kurs Dollar Amerika terhadap Ekspor Netto Tanaman Biofarmaka Kelompok Rimpang di Indonesia. *E-Jurnal Ekonomi Pembangunan Universitas Udayana* Vol. 10 No 2.
- Wulandari, D. L., Putriningtyas, N. D., & Wahyuningsih, S. (2017). Potensi *Yogurt* Kacang Merah terhadap Kadar Kolesterol HDL pada Remaja Obesitas (Studi Dilakukan pada Mahasiswa Gizi Universitas Respati Yogyakarta). *Sport and Nutrition Journal*, 2(1), 10-16. <https://doi.org/10.15294/spnj.v2i1.38452>
- Yuniritha, E., Dwiyantri, D., Christyana, A., Gizi, J., Kemenkes, P., & Padang, R. I. (2022). *Yoghurt* Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris* L.) Efektif Menurunkan Kadar Kolesterol Total Penderita Hiperkolesterolemia. *Jurnal Sehat Mandiri*, 17(2), 104-114.