

# Visualisasi Pengelompokan Data Produktifitas Pertanian di Indonesia dengan Self Organizing MAP

**Paska Marto Hasugian<sup>1</sup>, Tonni Limbong<sup>2</sup>, Alex Rikki<sup>3</sup>, Pandi Barita Nauli Simangunsong<sup>4</sup>, Sardo Pardingotan Sipayung<sup>5</sup>**

<sup>1,4,5</sup> Program Studi Sains Data, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Katolik Santo Thomas

<sup>2</sup> Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Katolik Santo Thomas

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Katolik Santo Thomas

E-Mail: [paskamarto86@gmail.com](mailto:paskamarto86@gmail.com)

## Abstrak

Indonesia, yang dikenal sebagai salah satu negara dengan potensi pertanian sangat besar di dunia sehingga memerlukan pendekatan yang cermat untuk mengoptimalkan produktivitas. Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mengelompokkan produktivitas pertanian pada berbagai wilayah di Indonesia dengan menggunakan metode Self-Organizing Map. Penelitian ini diarahkan untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai pola produktivitas pertanian yang ada sehingga dapat divisualisasikan dengan jelas, memudahkan identifikasi pola yang beragam ini. Metode SOM dipilih untuk mengatasi kompleksitas data yang didapatkan dari pengumpulan informasi produktivitas pertanian di berbagai daerah di Indonesia. Proses ini mencakup tahap pemrosesan data untuk dijadikan input yang sesuai untuk algoritma SOM, diikuti dengan tahap visualisasi yang menghasilkan peta pola produktivitas. Oleh karena itu, proses ini memungkinkan penemuan pola-pola unik yang akan sangat berharga bagi pemangku kepentingan dalam bidang pertanian. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini berupa visualisasi yang intuitif, yang merepresentasikan distribusi produktivitas pertanian secara nasional. Dengan adanya visualisasi yang informatif ini, diharapkan stakeholder di sektor pertanian dapat mengevaluasi dan mengidentifikasi daerah dengan tingkat produktivitas tinggi dan rendah dengan lebih efisien. Selain itu, visualisasi ini juga akan berguna dalam membantu pengambilan keputusan dan perencanaan strategi yang tepat untuk meningkatkan produktivitas pertanian di Indonesia, sehingga mendorong pertumbuhan ekonomi negara secara keseluruhan.

Kata Kunci: Produktivitas; pertanian; SOM; Pengelompokan; Visualisasi.

## Abstract

Indonesia, which is known as one of the countries with enormous agricultural potential in the world, requires a careful approach to optimize productivity. The purpose of this study is to analyze and classify agricultural productivity in various regions in Indonesia using the Self-Organizing Map method. This research is directed at gaining an in-depth understanding of existing agricultural productivity patterns so that they can be clearly visualized, facilitating the identification of these diverse patterns. The SOM method was chosen to overcome the complexity of the data obtained from collecting agricultural productivity information in various regions in Indonesia. The process includes a data processing stage to make it suitable input for the SOM algorithm, followed by a visualization stage that produces a map of productivity patterns. Therefore, this process enables the discovery of unique patterns that will be valuable to stakeholders in

agriculture. The result obtained from this research is an intuitive visualization, which represents the distribution of agricultural productivity nationwide. With this informative visualization, it is expected that stakeholders in the agricultural sector can evaluate and identify high and low productivity areas more efficiently. In addition, this visualization will also be useful in assisting decision-making and planning appropriate strategies to improve agricultural productivity in Indonesia, thereby driving the country's overall economic growth.

Keywords: Productivity; agriculture; SOM; clustering; visualization.

## PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara yang memiliki potensi besar di sektor pertanian, yang tidak hanya mengukuhkan posisi strategis sektor ini dalam perekonomian, tetapi juga menyediakan sumber pendapatan domestik yang signifikan dan lapangan pekerjaan yang luas bagi masyarakat pedesaan [1], akan tetapi produktivitas pertanian di Indonesia masih belum optimal, terutama jika dibandingkan dengan negara-negara maju [2], Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, seperti keterbatasan lahan, kurangnya akses terhadap teknologi modern, dan rendahnya kualitas sumber daya manusia di sektor pertanian [3]. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas pertanian adalah dengan memahami pola-pola produktivitas yang ada di berbagai daerah di Indonesia [4], Dengan memahami pola ini, pemerintah dan pemangku kepentingan lainnya dapat merancang program-program yang lebih tepat sasaran untuk meningkatkan produktivitas pertanian [5], [6] . dalam penentuan pola produktifitas pertanian dilakukan visualisasi secara fokus terhadap pengelompokan produktifitas pertanian dengan Indikator Pengelompokan berdasarkan Data luas panen mengacu pada luas lahan yang ditanami dengan tanaman tertentu, sedangkan produksi merupakan jumlah hasil pertanian yang dihasilkan dari lahan tersebut. Produktivitas, di sisi lain, adalah rasio antara produksi dengan luas panen, yang mengindikasikan efisiensi penggunaan lahan dalam menghasilkan hasil pertanian [7].

Teknik yang digunakan dalam Melakukan Pengelompokan Produktifitas Pertanian adalah Metode SOM. Metode SOM ini didasarkan pada prinsip jaringan saraf tiruan yang dapat memetakan data dengan dimensi yang tinggi ke dalam representasi yang lebih rendah secara spasial. SOM dapat membantu mengungkapkan pola-pola tersembunyi dalam data dan mengorganisir data ke dalam kelompok-kelompok berdasarkan kemiripan atribut-atribut yang dimiliki [8], berdasarkan pola dan karakteristik dari data itu sendiri [9]. Sehingga Dengan menerapkan metode SOM, dapat memetakan pola produktivitas pertanian dari berbagai daerah sehingga dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang faktor-faktor apa yang memengaruhi produktivitas pertanian di setiap kelompok sehingga ditemukan pola-pola yang menggambarkan hubungan antara luas panen, produksi, dan produktivitas pertanian di berbagai daerah di Indonesia. Informasi ini dapat memberikan wawasan yang berharga bagi pemerintah dan pemangku kepentingan lainnya dalam merancang strategi yang lebih efektif untuk meningkatkan produktivitas pertanian di Indonesia.

SOM (Self-Organizing Map) telah menjadi alat yang penting dalam penelitian ilmiah, terutama dalam konteks pengelompokan data. Banyak peneliti telah menggunakan SOM untuk berbagai tujuan seperti Pengelompokan Wilayah Berdasarkan Konsumsi Pangan [10], Pengelompokan Terhadap Tingkat Kesejahteraan Masyarakat [11], Pengelompokan mahasiswa pada matakuliah proyek [12], Analisis

dan Pengelompokan Indikator Sosial dalam pengambilan kebijakan dan perencanaan pembangunan di wilayah tersebut [13]. Penelitian ini menekankan bahwa SOM layak digunakan untuk melakukan pengelompokan data berdasarkan tingkat kedekatan, karena mampu menghasilkan representasi visual dari data yang kompleks dan mampu mengelompokkan data ke dalam kelompok yang saling berdekatan berdasarkan kesamaan fitur.

## METODE

Dalam penelitian ini, metode Self Organizing Map digunakan untuk menganalisis dan memvisualisasikan pengelompokan produktivitas pertanian. SOM adalah teknik pembelajaran mesin tanpa pengawasan yang mengorganisir data berdimensi tinggi ke dalam bentuk peta dua dimensi, yang memfasilitasi pengidentifikasian pola dan hubungan tersembunyi dalam data tersebut. Keunggulan SOM terletak pada kemampuannya untuk mengekstraksi fitur relevan dari data dan memetakan kesamaan intrinsik ke dalam kluster yang dapat diinterpretasi secara visual. Klasterisasi yang dilakukan oleh SOM mencerminkan topologi data asli, dengan mengelompokkan item serupa berdasarkan properti statistik mereka tanpa kehilangan struktur penting. Ini dilakukan melalui perulangan proses bersaing di mana neuron pada peta bersaing untuk merepresentasikan sampel data, dan selama proses iteratif ini, peta tersebut secara bertahap menyesuaikan diri dengan distribusi data, yang dikenal sebagai proses pembelajaran yang beradaptasi.

### 3.1 Langkah Kerja Penelitian

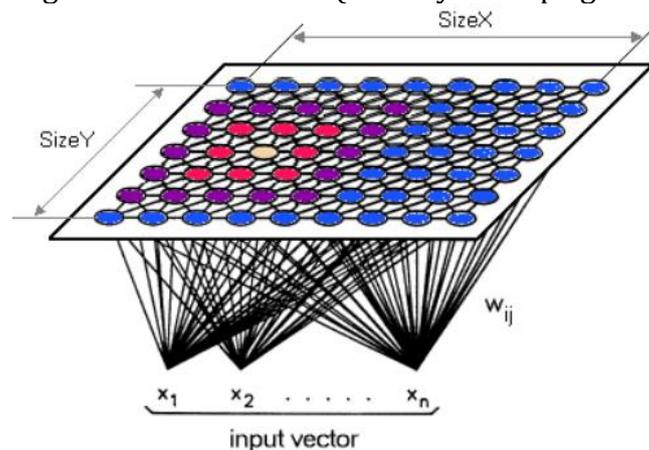
Pengembangan pertanian yang efisien dan berkelanjutan memerlukan analisis yang cermat terhadap produktivitas pertanian. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan Self-Organizing Map (SOM) untuk mengelompokkan data dan mendapatkan wawasan yang mendalam. Berikut adalah langkah-langkah dalam melakukan analisis produktivitas pertanian menggunakan SOM

- a. Pengumpulan Data, memastikan data produktivitas pertanian yang akan dianalisis
- b. Preprocessing Data, melakukan preprocessing data seperti normalisasi atau standarisasi data untuk memastikan semua fitur memiliki skala yang serupa.
- c. Pembuatan SOM, pemanfaatan algoritma SOM untuk membuat peta pengelompokan.
- d. Pelatihan SOM, melakukan Pelatihan Latih SOM menggunakan data yang telah diproses. Proses pelatihan ini akan menyesuaikan bobot unit SOM agar sesuai dengan pola data yang diberikan.
- e. Visualisasi Hasil, Setelah pelatihan selesai, melakukan visualisasi hasil SOM untuk melihat pola pengelompokan produktivitas pertanian.
- f. Analisis Hasil, Analisis hasil untuk mendapatkan wawasan tentang pola-pola yang ada dalam data produktivitas pertanian.
- g. Interpretasi, interpretasi hasil analisis serta membuat kesimpulan yang relevan untuk pengembangan pertanian lebih lanjut.

### 3.2 Self Organizing Map (SOM)

Algoritma Self Organizing Map (SOM) pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Teuvo Kohonen pada tahun 1982. Kohonen Self Organizing Map (SOM) merupakan salah satu algoritma clustering yang paling populer dan merupakan salah satu tool visualisasi yang

handal untuk memproyeksikan hubungan kompleks dari ruang input berdimensi tinggi kedalam sebuah ruang berdimensi rendah (biasanya berupa grid 2 dimensi) [14] .



Gambar 1 Proses pemetaan vektor input ke dalam grid 2 dimensi

tahapan algoritma Self Organizing Map

1. Inisialisasi vektor input  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ .
2. Inisialisasi neuron output sebanyak  $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$
3. Menentukan weight (bobot) neuron output dengan nilai antara  $x_{min}$  dan  $x_{max}$ .
4. Mengulangi langkah 5 sampai 8 hingga tidak ada update weight (bobot) atau telah mencapai kondisi stop (error terkecil).
5. Pemilihan acak salah satu data dari vektor input sebagai data training
6. Mencari jarak terdekat dari masing-masing neuron output ke data input menggunakan rumus

$$d_i = \sum_{i=1}^n (w_{ij} - x_i)^2$$

Euclidian distance Dari seluruh bobot ( $D_i$ ) dicari yang paling kecil jaraknya, indeks dari bobot ( $D_i$ ) ini disebut winning neuron

7. Untuk setiap bobot  $w_{ij}$  diperbaharui bobot tetangga menggunakan rumus dengan persamaan sebagai berikut  

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \alpha(t)[x_i - w_{ij}(t)]$$
8. Mengupdate bobot bias (error)
9. Simpan bobot yang telah konvergen.

### 3.3 Dataset

Dataset yang digunakan adalah produktifitas pertanian diindonesai berdasarkan kabupaten dengan uraian data pada tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Data Produktifitas Pertanian

KABUPATEN	LUAS PANEN(Ha)	PRODUKSI (Ton)	PRODUKTIVITAS (Ku/Ha)
Kab. Simeulue	5,236	20,976	40,06
Kab. Aceh Singkil	1,363	5,16	37,86
Kab. Aceh Selatan	11,855	51,464	43,41
Kab. Aceh Tenggara	21,469	94,594	44,06
Kab. Aceh Timur	33,013	146,217	44,29
Kab. Aceh Tengah	6,894	30,117	43,69
Kab. Aceh Barat	11,789	49,107	41,65



Kab. Aceh Besar	40,109	186,159	46,41
Kab. Aceh Pidie	39,242	179,02	45,62
Kab. Bireun	37,099	170,748	46,02
Kab. Aceh Utara	56,449	263,401	46,66
Kab. Aceh Barat Daya	18,493	83,013	44,89
Kab. Gayo Lues	6,694	28,945	43,24
Kab. Aceh Tamiang	26,465	118,303	44,7
Kab. Aceh Jaya	5,863	23,607	40,26
Kab. Nagan Raya	9,83	42,32	43,05
Kab. Bener Meriah	2,886	12,381	42,9

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelompokan data produktivitas pertanian di Indonesia merupakan hal yang penting untuk memahami pola produksi pertanian di berbagai daerah. Penelitian ini menggunakan metode Self Organizing Map (SOM) untuk mengelompokkan data produktivitas pertanian berdasarkan karakteristiknya. Melalui visualisasi pengelompokan data menggunakan SOM, kita dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang sebaran dan pola produktivitas pertanian di Indonesia. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi dan kebijakan yang lebih baik dalam meningkatkan produktivitas pertanian di Indonesia.

### 4.1 Preprocessing

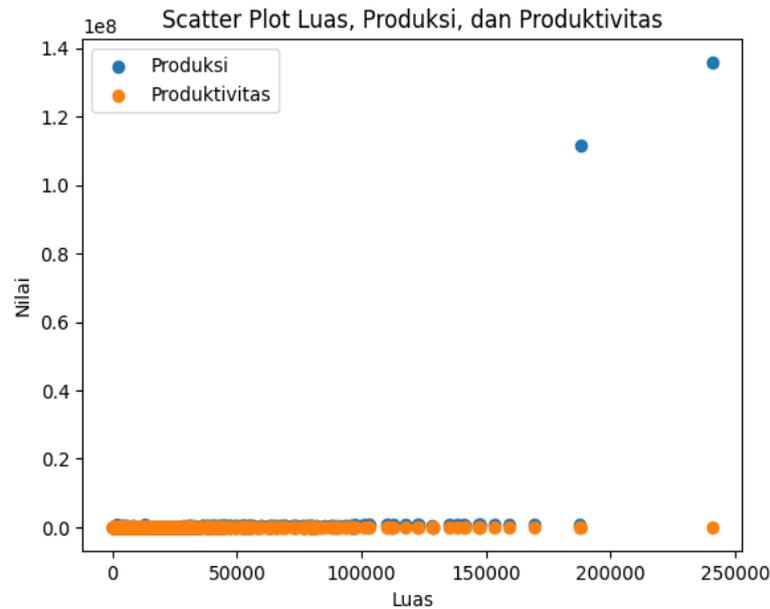
Tahapan preprocessing merupakan tahapan persiapan data dengan melakukan pembersihan data serta melakukan normalisasi untuk memastikan dataset memiliki distribusi normal dengan memanfaatkan  $\log(X)$  yang diuraikan pada tabel 2 berikut ini :

Tabel 2. Transformasi Data Dengan  $\log(x)$

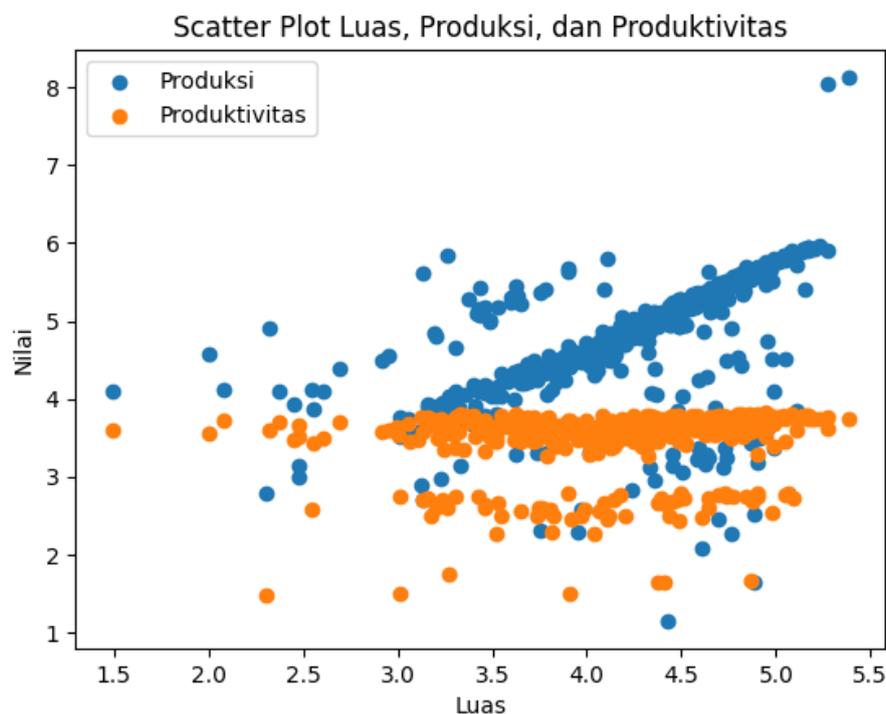
Data	Data asli			Data Tranformasi dengan $\log(x)$		
	luas	produksi	produktifitas	luas	produksi	produktifitas
1	5236	20976	4006	3,719	4,321723	3,602711
2	1363	516	3786	3,134496	2,71265	3,578181
3	11855	51464	4341	4,073902	4,711504	3,63759
4	21469	94594	4406	4,331812	4,975864	3,644044
...	33013	146217	4429	4,518685	5,164998	3,646306
436	6894	30117	4369	3,838471	4,478812	3,640382

Dari tabel 2 dibentuk visualiasi untuk memastikan distribusi data secara normal hal ini dapat dilihat dengan perbedaan pada visualisasi dataset sebelum dan sesudah normalisasi pada gambar 2 dan 3.

Untuk memastikan distribusi data yang normal, maka dilakukan normalisasi dengan menggunakan rumus  $\log(x)$  yang merupakan salah satu teknik normalisasi. Visualisasinya dapat dilihat pada gambar 3. Proses yang dilakukan dalam Pembentukan normalisasi data dengan menggunakan teknik logaritma dengan mengecek distribusi dari data yang akan dinormalisasi sehingga dapat membantu meningkatkan kinerja model dan mencegah bias yang disebabkan oleh distribusi data yang miring atau tidak normal.



Gambar 2. Visualisasi Data set



Gambar 3. Visualisasi Data Setelah Normalisasi

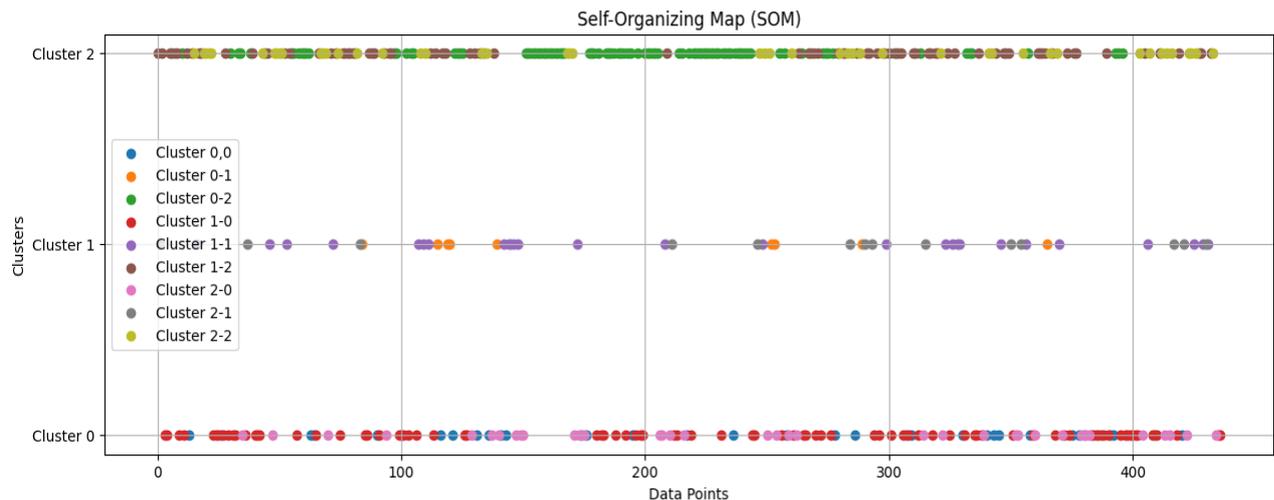
#### 4.2 Pengelompokan dengan Algoritma SOM

Uji coba pembentukan Clustering dengan algoritma dengan melibatkan data sebanyak 436 produktifitas pertanian diseluruh Kabupaten Kota di Indonesia yang dijadikan sebagai input layer dengan pemilihan 3 kelompok yang dijadikan sebagai output layer dengan pendefinisian Produktifitas Tinggi, menengah dan Rendah dengan arsitektur pembentukan Clustering.dengan nilai  $learning\_rate=0.5$  dan nilai  $sigma=0.3$  dilakukan Proses Dengan menggunakan Algoritma SOM hingga Terbentuk tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Distribusi Data Clustering

Kelompok 1	Cluster 0,0	13, 26, 63, 64, 90, 100, 116, 121, 131, 136, 141, 143, 174, 176, 195, 217, 236, 258, 278, 286, 307, 309, 330, 340, 343, 345, 358, 375, 378, 380, 383, 387, 391, 392, 409, 420
	Cluster 0-1	84, 115, 119, 120, 139, 252, 253, 289, 365
	Cluster 0-2	7, 10, 30, 33, 34, 38, 44, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 81, 97, 98, 102, 104, 105, 122, 123, 124, 125, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 177, 178, 179, 181, 184, 185, 186, 187, 189, 190, 191, 193, 194, 197, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 214, 215, 218, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 232, 233, 234, 235, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 255, 257, 264, 273, 274, 275, 277, 302, 304, 313, 332, 333, 334, 357, 393, 394, 396
Kelompok 2	Cluster 1-0	3, 4, 9, 11, 23, 24, 25, 27, 29, 31, 32, 36, 40, 41, 42, 57, 65, 75, 85, 86, 91, 99, 101, 103, 106, 113, 126, 127, 180, 182, 183, 188, 192, 196, 198, 199, 212, 213, 219, 231, 244, 245, 256, 261, 265, 266, 270, 272, 276, 294, 296, 301, 306, 308, 312, 318, 325, 331, 335, 336, 338, 351, 359, 368, 372, 374, 384, 385, 386, 388, 390, 395, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 408, 410, 418, 435, 436
	Cluster 1-2	0, 2, 5, 6, 8, 12, 14, 17, 18, 28, 39, 45, 52, 54, 66, 71, 73, 76, 77, 78, 79, 80, 87, 88, 89, 93, 95, 96, 112, 114, 117, 118, 128, 130, 132, 134, 138, 209, 263, 267, 268, 269, 271, 279, 281, 282, 287, 291, 292, 295, 298, 300, 303, 305, 310, 311, 316, 317, 319, 320, 324, 327, 337, 344, 347, 348, 349, 361, 362, 363, 364, 367, 373, 376, 377, 389, 405, 411, 419, 427, 428, 432
	Cluster 1-1	16, 46, 53, 72, 107, 109, 111, 142, 144, 145, 146, 148, 172, 208, 248, 299, 323, 326, 328, 329, 346, 356, 370, 406, 425, 429, 431
Kelompok 3	Cluster 2-0	35, 47, 70, 94, 129, 137, 140, 147, 149, 150, 171, 173, 175, 206, 207, 210, 216, 250, 254, 259, 262, 314, 322, 339, 352, 353, 360, 371, 379, 381, 382, 404, 413, 415, 422, 434
	Cluster 2-1	1, 37, 83, 211, 246, 284, 290, 293, 315, 350, 354, 417, 421, 430
	Cluster 2-2	15, 19, 20, 21, 22, 43, 48, 49, 50, 51, 67, 68, 69, 74, 82, 92, 108, 110, 133, 135, 168, 169, 170, 247, 249, 251, 260, 280, 283, 285, 288, 297, 321, 341, 342, 355, 366, 369, 403, 407, 412, 414, 416, 423, 424, 426, 433

Visualisasi menggunakan Algoritma Self-Organizing Maps (SOM) dengan 3 kelompok output layer menggambarkan pengelompokan data pada koordinat tertentu. Cluster 1 terdiri dari tiga sub-cluster yaitu Cluster 0.0, Cluster 0.1, dan Cluster 0.2. Cluster 2 terdiri dari tiga sub-cluster yaitu Cluster 1.0, Cluster 1.1, dan Cluster 1.2. Sedangkan cluster 3 terdiri dari tiga sub-cluster yaitu Cluster 2.0, Cluster 2.1, dan Cluster 2.2. Pengelompokan ini dapat divisualisasikan dalam grafik pada gambar 3, memberikan gambaran yang jelas tentang pola pengelompokan data berdasarkan karakteristik yang dimiliki.



Gambar 3. Visualisasi Clustering Dengan Algoritma SOM

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang dituangkan dalam Penelitian ini pengelompokan produktifitas Pertanian DiIndonesia menjadi tiga kelompok utama yaitu Kelompok pertama memiliki tiga cluster, dengan masing-masing cluster memiliki jumlah anggota yang berbeda. Cluster pertama 0-0 memiliki 35 anggota, cluster kedua 0-1 memiliki 9 anggota, dan cluster ketiga 0-2 memiliki 138 anggota. Kelompok kedua juga terdiri dari tiga cluster. Cluster pertama 1-0 memiliki 96 anggota, cluster kedua 1-1 memiliki 27 anggota, dan cluster ketiga 1-2 memiliki 86 anggota. Kelompok terakhir, kelompok ketiga, juga memiliki tiga cluster dengan jumlah anggota yang berbeda. Cluster pertama 2-0 memiliki 36 anggota, cluster kedua 2-1 memiliki 14 anggota, dan cluster ketiga 2-2 memiliki 48 anggota. Hasil clustering ini memberikan gambaran tentang distribusi data ke dalam kelompok yang berbeda berdasarkan karakteristik atau atribut tertentu yang dimiliki oleh setiap data

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Hidayah, Y. Yulhendri, and N. Susanti, "Peran sektor pertanian dalam perekonomian negara maju dan negara berkembang: Sebuah kajian literatur," *J. Salingka Nagari*, vol. 1, no. 1, pp. 28–37, 2022.
- [2] R. Fadhilah, E. A. Saepudin, P. Suci, and N. R. Subchayah, "Analisis Kritis Terhadap Sektor Pertanian Indonesia dalam Negara Kesejahteraan," *Mister J. Multidiscip. Inq. Sci. Technol. Educ. Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 163–168, 2024.
- [3] R. N. Wuli, "Penerapan Manajemen Sumber Daya Manusia Pertanian Untuk Menciptakan Petani Unggul Demi Mencapai Ketahanan Pangan," *J. Pertan. Unggul*, vol. 2, no. 1, pp. 1–15, 2023.
- [4] M. A. R. Siregar, "Peningkatan Produktivitas Pertanian Melalui Penerapan Sistem Pertanian Terpadu," 2023.
- [5] H. B. Siringo and M. Daulay, "Analisis keterkaitan produktivitas pertanian dan impor beras di Indonesia," *J. Ekon. dan Keuang.*, vol. 2, no. 8, p. 14808, 2014.
- [6] A. F. Sunartomo, "Kapasitas penyuluh pertanian dalam upaya meningkatkan produktivitas pertanian di Jawa Timur," *Agriekonomika*, vol. 5, no. 2, pp. 125–136, 2016.

- [7] A. Burhanuddin, “Analisis Komparatif Inferensi Fuzzy Tsukamoto, mamdani dan Sugeno Terhadap Produktivitas Padi di Indonesia,” *LEDGER J. Inform. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 48–57, 2023.
- [8] Z. Feng *et al.*, “Analysis of water quality indexes and their relationships with vegetation using self-organizing map and geographically and temporally weighted regression,” *Environ. Res.*, vol. 216, p. 114587, 2023.
- [9] Y. Anis and R. R. Isnanto, “Penerapan Metode Self-Organizing Map (SOM) Untuk Visualisasi Data Geospasial Pada Informasi Sebaran Data Pemilih Tetap (DPT),” *J. Sist. Inf. Bisnis*, vol. 4, no. 1, pp. 48–57, 2014, doi: 10.21456/vol4iss1pp48-57.
- [10] R. Umar, A. Fadlil, and R. R. Az-Zahra, “Self Organizing Maps (SOM) untuk Pengelompokan Jurusan di SMK,” *Khazanah Inform. J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 2, pp. 131–137, 2018.
- [11] A. Zaini and M. A. Muslim, “Pengelompokan artikel berbahasa indonesia berdasarkan struktur laten menggunakan pendekatan self organizing map,” *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 3, pp. 259–267, 2017.
- [12] G. Munawar and K. Kunci, “Implementasi Algoritma Self Organizing Map ( SOM ) untuk Clustering Mahasiswa pada Matakuliah Proyek ( Studi Kasus : JTK POLBAN ),” 2015.
- [13] N. Imani, A. I. Alfassa, and A. M. Yolanda, “ANALISIS CLUSTER TERHADAP INDIKATOR DATA SOSIAL DI PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR MENGGUNAKAN METODE SELF ORGANIZING MAP (SOM),” *J. Gaussian*, vol. 11, no. 3, pp. 458–467, Jan. 2023, doi: 10.14710/j.gauss.11.3.458-467.
- [14] Y. Anis and R. R. Isnanto, “Penerapan Metode Self-Organizing Map ( SOM ) Untuk Visualisasi Data Geospasial Pada Informasi Sebaran Data Pemilih Tetap ( DPT ),” vol. 01, pp. 48–57, 2014.