



---

**Analisis Cluster Produksi Tanaman Perkebunan menggunakan Algoritma Self Organizing Map (SOM)**

***Cluster Analysis of Plantation Production in Indonesia using The Self Organizing Map (SOM) Algorithm***

Sarah Indira Febianca, Prodi Matematika FMIPA UNY  
Dhoriva Urwatul Wustqa\*, Prodi Matematika FMIPA UNY  
\*e-mail: dhoriva\_uw@uny.ac.id

**Abstrak**

Indonesia merupakan negara yang mengandalkan hasil dari sektor pertanian dan sektor perkebunan sebagai sumber mata pencaharian dan penopang pembangunan. Peningkatan dan pemeliharaan produktivitas serta efisiensi sektor perkebunan di suatu wilayah dapat dilakukan apabila pemerintah daerah dapat mengetahui potensi daerahnya tersebut. Untuk mengetahui potensi komoditas sektor perkebunan di Indonesia, perlu diketahui hasil *clustering* dengan algoritma *Self Organizing Map* (SOM). SOM merupakan algoritma yang melakukan pemetaan dari data yang ada di ruang vektor berdimensi tinggi ke ruang vektor dua dimensi yang terletak pada lokasi yang berdekatan. Selama proses, neuron yang paling cocok dengan pola input dipilih sebagai *winner neuron*. Analisis *clustering* akan menggunakan data produksi perkebunan di Indonesia tahun 2020. Pembentukan cluster diawali dengan normalisasi data, kemudian melakukan proses iterasi untuk mendapatkan neuron. Selanjutnya dapat menentukan *inter-cluster* dan menentukan yang terkecil. Hasil *cluster* yang terbentuk dilakukan proses validasi menggunakan DBI. Hasil penelitian menghasilkan 5 *cluster* dengan nilai DBI 0,2039. Setiap *cluster* yang terbentuk memiliki karakteristik tersendiri diantaranya *cluster* 1 memiliki hasil produksi perkebunan kakao tertinggi, *cluster* 2 memiliki nilai tertinggi pada hasil produksi perkebunan kelapa, tebu, dan tembakau, *cluster* 3 memiliki nilai tertinggi pada hasil produksi perkebunan karet dan kopi, *cluster* 4 memiliki hasil produksi perkebunan kelapa sawit tertinggi, dan *cluster* 5 hasil produksi perkebunan teh tertinggi.

**Kata kunci:** perkebunan, *Self Organizing Map*, *clustering*, *Davies Bouldin Index*.

**Abstract**

Indonesia is a country that relies on results from the agricultural and plantation sectors as a source of livelihood and a support for development. Increasing and maintaining the productivity and efficiency of the plantation sector in an area can be done if the local government can know the potential of the area. To find out the potential of plantation sector commodities in Indonesia, it is necessary to know the results of clustering with the *Self Organizing Map* (SOM) algorithm. SOM is an algorithm that performs mapping from data in a high-dimensional vector space to a two-dimensional vector space located at adjacent locations. During the process, the neuron that best matches the input pattern is selected as the *winner neuron*. The clustering analysis will use plantation production data in Indonesia for 2020. Cluster formation begins with data normalization, then performs an iterative process to obtain neurons. Then you can determine the *inter-cluster* and determine the smallest. The results of the clusters formed are validated using DBI. The results of the study produced 5 clusters with a DBI value of 0.2039. Each cluster formed has its own characteristics, including cluster 1 has the highest cocoa plantation production, cluster 2 has the highest value in the production of coconut, sugarcane, and tobacco, cluster 3 has the highest value in the production of rubber and coffee plantation, cluster 4 has the highest oil palm plantation production, and cluster 5 has the highest tea plantation production.

**Keywords:** plantation, *Self Organizing Map*, *clustering*, *Davies Bouldin Index*.

## PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara agraris yang berarti negara yang mengandalkan hasil dari sektor pertanian dan sektor perkebunan sebagai sumber mata pencaharian maupun sebagai penopang pembangunan. Sektor pertanian dan perkebunan merupakan salah satu sektor yang sangat dominan dalam pendapatan masyarakat di Indonesia karena mayoritas penduduk Negara Indonesia bekerja sebagai petani dan pekebun. Perkebunan merupakan segala kegiatan yang mengusahakan tanaman tertentu pada tanah dan/atau media tumbuh lainnya dalam ekosistem yang sesuai, mengolah dan memasarkan barang dan jasa hasil tanaman tersebut, dengan bantuan ilmu pengetahuan dan teknologi, pemodelan serta manajemen untuk mewujudkan kesejahteraan bagi pelaku usaha perkebunan dan masyarakat. (Evizal, 2014).

Produktivitas perkebunan masih tergolong rendah. Mayoritas petani dan pekebun di Indonesia masih menggunakan dan menerapkan sistem manual dalam pengolahan lahan perkebunannya. Peningkatan dan pemeliharaan produktivitas serta efisiensi sektor perkebunan di suatu wilayah dapat dilakukan apabila pemerintah daerah dapat mengetahui potensi daerahnya tersebut. Sehingga dalam hal ini potensi komoditas sektor perkebunan di daerah tersebut dapat diidentifikasi dengan menggunakan analisis pengelompokan.

Salah satu teknik pengelompokan dalam data mining adalah metode *clustering*. *Clustering* adalah metode yang digunakan dalam data mining yang cara kerjanya yaitu mencari dan mengelompokkan data yang mempunyai kemiripan karakteristik antara data satu dengan data lainnya yang telah diperoleh. Ada beberapa algoritma *clustering* yang dapat digunakan, salah satunya yaitu *Self Organizing Map* (SOM). SOM pertama kali diperkenalkan pada tahun 1981 oleh Prof. Teuvo Kohonen, algoritma ini melakukan proses *clustering* dengan membentuk jaringan SOM yang digunakan untuk mengelompokkan data berdasarkan karakteristik fitur-fitur datanya. Penggunaan algoritma SOM didasarkan pada cara kerja algoritma dalam menyederhanakan dimensi data dan hubungan antar *neuron* pada *layer* input dan *output* yang secara terus menerus memperbarui bobotnya sehingga diperoleh kesamaan ciri antar anggota dalam *cluster* yang sama (Irwansyah & Faisal, 2015)

Penelitian dengan menggunakan metode *Self Organizing Map* pernah dilakukan oleh Mujiati Dwi Kartikasari (2021) untuk mengelompokkan wilayah Indonesia berdasarkan konsumsi pangan. Mujiati menggunakan data rata-rata konsumsi kalori per kapita sehari pada bulan Maret 2020 di seluruh provinsi di Indonesia menurut kelompok komoditas (kkal), seperti padi-padian, umbi-umbian, ikan, daging, telur dan susu, kacang-kacangan, buah-buahan, minyak dan kelapa, bumbu-bumbuan, konsumsi lainnya, serta makanan dan minuman. Hasil dari penelitian tersebut adalah diperoleh 4 *cluster*. *Cluster* 1 terdiri dari 22 provinsi, *cluster* 2 terdiri dari 10 provinsi, *cluster* 3 terdiri dari 1 provinsi, dan *cluster* 4 terdiri dari 1 provinsi. Penelitian lainnya juga pernah dilakukan oleh Rusydi Umar, Abdul Fadlil, Rifqi Rahatika Az Zahra (2018) yang menerapkan algoritma SOM untuk mengelompokkan jurusan di SMK dengan berdasarkan *skill*, bakat, dan minat masing-masing siswa.

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan *cluster* produksi tanaman perkebunan di Indonesia dengan menggunakan algoritma *Self Organizing Map* (SOM) untuk mengetahui provinsi dengan potensi komoditas kelapa sawit, kelapa, karet, kopi, kakao, tebu, teh, dan tembakau di Indonesia.

## METODE

### Data

Data yang digunakan merupakan data produksi perkebunan di Indonesia tahun 2020. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS). Data diambil dari laman resmi BPS, yaitu <https://www.bps.go.id>. Data yang digunakan dalam satuan ribuan ton dan disajikan per-tahun di 34 provinsi di Indonesia. Jenis tanaman perkebunan yang digunakan yaitu Kelapa Sawit, Kelapa, Karet, Kopi,

Kakao, Tebu, Teh, dan Tembakau. Pada Tabel 1 merupakan variabel yang digunakan dalam penelitian ini.

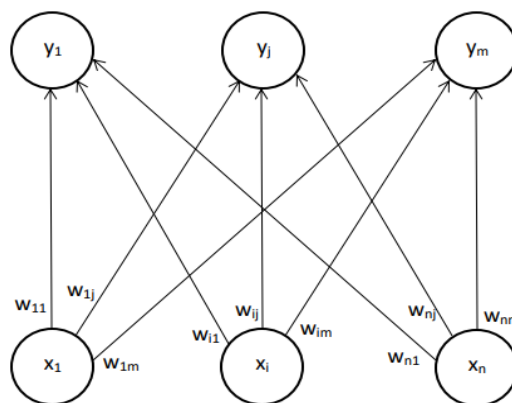
**Tabel 1. Variabel Data Input**

Variabel	Satuan	Keterangan
x1	Ribu Ton	Produksi Kelapa Sawit di Indonesia tahun 2020
x2	Ribu Ton	Produksi Kelapa di Indonesia tahun 2020
x3	Ribu Ton	Produksi Karet di Indonesia tahun 2020
x4	Ribu Ton	Produksi Kopi di Indonesia tahun 2020
x5	Ribu Ton	Produksi Kakao di Indonesia tahun 2020
x6	Ribu Ton	Produksi Tebu di Indonesia tahun 2020
x7	Ribu Ton	Produksi Teh di Indonesia tahun 2020
x8	Ribu Ton	Produksi Tembakau di Indonesia tahun 2020

### Self-Organizing Map (SOM)

*Self-Organizing Map* (SOM) merupakan algoritma dengan teknik pelatihan jaringan syaraf tiruan yang pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Teuvo Kohonen pada tahun 1982. Selama proses pada jaringan SOM, setiap neuron akan berkompetisi untuk menjadi pemenang. Neuron yang paling cocok dengan pola input dipilih sebagai pemenang (*winner neuron*). Kemudian *winner neuron* dan neuron yang berdekatan akan memperbarui bobotnya.

*Self-Organizing Map* terdiri dari dua lapisan (*layer*), yaitu lapisan input dan lapisan *output*. Setiap neuron dalam lapisan input terhubung dengan setiap neuron pada lapisan *output*. Setiap neuron pada lapisan *output* merepresentasikan kelas (*cluster*) dari input yang telah diberikan. Secara umum, arsitektur jaringan *Self Organizing Map* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur *Self Organizing Map*

dengan  $x_i$  adalah vektor input pada dimensi tinggi ( $n$ ) dan  $y_i$  adalah vektor *output* pada dimensi rendah ( $m$ ).

Prosedur pembentukan *cluster* SOM yaitu

1. Normalisasi Data

Salah satu metode normalisasi data adalah *Min Max Normalization*. Metode *Min Max Normalization* merupakan metode normalisasi dengan strategi linier yang mentransformasikan data dari satu rentang nilai ke rentang nilai yang baru, sehingga menghasilkan keseimbangan nilai perbandingan antar data saat sebelum dan sesudah proses (Nasution, Khotimah, & Chamidah, 2019). Metode ini mengubah data menjadi skala mulai dari 0 (min) hingga 1 (max). Data asli mengalami modifikasi linear dalam prosedur normalisasi data ini. Berikut persamaan *Min Max Normalization*:

$$new_v = \frac{v - min_A}{max_A - min_A} (new\_max_A - new\_min_A) + new\_min_A \quad (1)$$

dengan:

- $new_v$  : nilai  $v$  yang baru setelah dinormalisasi
- $v$  : nilai  $v$  yang lama sebelum dinormalisasi
- $max_A$  : nilai maksimum dari variabel  $A$
- $min_A$  : nilai minimum dari variabel  $A$
- $new\_max_A$  : nilai maksimum yang baru pada variabel  $A$
- $new\_min_A$  : nilai minimum yang baru pada variabel  $A$

2. Menentukan bobot akhir  
Bobot akhir diperoleh dengan menggunakan sintaks `net.IW{1,1}` pada Matlab R2018a.
3. Menentukan jarak *inter-cluster*

*Euclidean Distance* dianggap sebagai *distance matrix* yang mengadopsi prinsip Pythagoras. Hal ini dikarenakan pola perhitungannya yang menggunakan aturan pangkat dan akar kuadrat. *Euclidean* akan memberikan hasil jarak yang relatif kecil (Davies & Bouldin, 1979). Jarak antara nilai random atau bobot dan data dihitung dengan menggunakan rumus persamaan berikut:

$$D_{(x_i, w_k)} = \sqrt{\sum_{j=1}^p (w_{kj} - x_{ij})^2} \quad (2)$$

dengan

- $D_{(x_i, w_k)}$ : jarak antara vektor input ke- $i$  dengan bobot neuron ke- $k$
- $w_{kj}$  : bobot neuron ke- $k$  pada variabel ke- $j$
- $x_{ij}$  : vektor input ke- $i$  pada variabel ke- $j$
- $j$  : banyak variabel input

### **Davies Bouldin Index**

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengevaluasi pengukuran kesamaan antara dua *cluster*. Metode tersebut dapat berupa pengukuran internal dan eksternal. Salah satu metode evaluasi *cluster* dengan pengukuran internal adalah *Davies Bouldin Index*. *Davies Bouldin Index* (DBI) diperkenalkan oleh David L. Davies dan Donald W. Bouldin (1979) digunakan untuk mengevaluasi hasil dari analisis *cluster* secara kuantitatif sehingga dihasilkan pembentukan *cluster* terbaik. Pengukuran yang digunakan pada DBI yaitu untuk memaksimalkan jarak *inter-cluster* antara satu *cluster* dengan *cluster* lainnya.

*Davies Bouldin Index* yang baik akan menghasilkan nilai DBI yang paling kecil diantara semua pembentukan *cluster*. Nilai yang didapat bisa digunakan sebagai pendukung keputusan untuk menilai jumlah *cluster* yang baik digunakan untuk pembentukan *cluster*. Tahapan perhitungan nilai DBI adalah sebagai berikut (Davies & Bouldin, 1979):

1. Mencari *centroid* dari masing-masing *cluster*
2. Menghitung nilai *Sum of Square Within cluster* (SSW) atau jarak objek terhadap *centroid*

$$SSW_k = \frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} d(x_{ik}, c_k) \quad (3)$$

dengan

- $SSW_k$  : jumlah nilai jarak objek terhadap *centroid* pada *cluster* ke- $k$ ,  
untuk  $k = 1, 2, \dots, K$
- $K$  : banyak *cluster*
- $n_k$  : banyak objek dalam *cluster* ke- $k$
- $d(x_{ik}, c_k)$  : Jarak *Euclidean* setiap objek ke- $i$  ke *centroid cluster* ke- $k$ ,  
untuk  $i = 1, 2, \dots, n_k$

- $x_{ik}$  : objek ke- $i$  pada *cluster* ke- $k$   
 $c_k$  : *centroid cluster* ke- $k$
3. Menghitung nilai *Sum of Square Between cluster* (SSB) atau jarak antar *centroid*  

$$SSB_{k,k'} = d(c_k, c_{k'}) \tag{4}$$
 dengan  
 $SSB_{k,k'}$  : nilai jarak antar *centroid cluster* ke- $k$  dan *cluster* ke- $k'$ , dengan  $k \neq k'$   
 $c_k$  : *centroid cluster* ke- $k$   
 $c_{k'}$  : *centroid cluster* ke- $k'$
4. Setelah nilai kohesi (SSW) dan separasi (SSB) diperoleh, dilakukan perhitungan rasio  
 $(R_{k,k'})$   

$$R_{k,k'} = \frac{SSW_k + SSW_{k'}}{SSB_{k,k'}} \tag{5}$$
5. Menghitung nilai DBI menggunakan persamaan berikut  

$$DBI = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \max_{k \neq k'} R_{k,k'} \tag{6}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Pembentukan *cluster* akan dikelompokkan menggunakan metode *Self Organizing Map* (SOM). Terdapat 8 variabel yang digunakan yaitu 1) produksi kelapa sawit di Indonesia tahun 2020, 2) produksi kelapa di Indonesia tahun 2020, 3) produksi karet di Indonesia tahun 2020, 4) produksi kopi di Indonesia tahun 2020, 5) produksi kakao di Indonesia tahun 2020, 6) produksi tebu di Indonesia tahun 2020, 7) produksi teh di Indonesia tahun 2020, dan 8) produksi tembakau di Indonesia tahun 2020. Menggunakan metode untuk mendapat banyak *cluster* terbaik, diperoleh hasil seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil DBI Pada Masing-Masing Cluster**

<i>Cluster</i>	Nilai <i>Index Davies Bouldin</i>	Jumlah Anggota <i>Cluster</i>
2	0,6482	<i>Cluster</i> 1: 29 Anggota <i>Cluster</i> 2: 5 Anggota
3	0,4241	<i>Cluster</i> 1: 6 Anggota <i>Cluster</i> 2: 23 Anggota <i>Cluster</i> 3: 5 Anggota
4	0,2790	<i>Cluster</i> 1: 23 Anggota <i>Cluster</i> 2: 5 Anggota <i>Cluster</i> 3: 5 Anggota <i>Cluster</i> 4: 1 Anggota
5	0,2039	<i>Cluster</i> 1: 5 Anggota <i>Cluster</i> 2: 1 Anggota <i>Cluster</i> 3: 1 Anggota <i>Cluster</i> 4: 5 Anggota <i>Cluster</i> 5: 22 Anggota

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh hasil bahwa 4 merupakan banyak *cluster* terbaik. Hal itu dikarenakan validasi 5 *cluster* memiliki nilai DBI terkecil.

Tabel 3 merupakan hasil pemetaan dengan menggunakan metode *Self Organizing Map* (SOM). Dari 34 provinsi di Indonesia, 5 provinsi diantaranya masuk dalam *cluster* 1, 1 provinsi masuk dalam *cluster* 2, 1 provinsi masuk dalam *cluster* 3, 5 provinsi masuk ke dalam *cluster* 4, dan 22 provinsi masuk ke dalam *cluster* 5.

**Tabel 3. Hasil Pemetaan**

Cluster	Provinsi
Cluster 1	Provinsi Lampung, Provinsi Sulawesi Tengah, Provinsi Sulawesi Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara, dan Provinsi Sulawesi Barat.
Cluster 2	Provinsi Jawa Timur
Cluster 3	Provinsi Sumatera Selatan
Cluster 4	Provinsi Sumatera Utara, Provinsi Riau, Provinsi Jambi, Provinsi Kalimantan Barat, dan Provinsi Kalimantan Tengah.
Cluster 5	Provinsi Aceh, Provinsi Sumatera Barat, Provinsi Bengkulu, Provinsi Kep. Bangka Belitung, Provinsi Kep. Riau, Provinsi DKI Jakarta, Provinsi Jawa Barat, Provinsi Jawa Tengah, Provinsi DI Yogyakarta, Provinsi Banten, Provinsi Bali, Provinsi Nusa Tenggara Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur, Provinsi Kalimantan Selatan, Provinsi Kalimantan Timur, Provinsi Kalimantan Utara, Provinsi Sulawesi Utara, Provinsi Gorontalo, Provinsi Maluku, Provinsi Maluku Utara, Provinsi Papua Barat, dan Provinsi Papua.

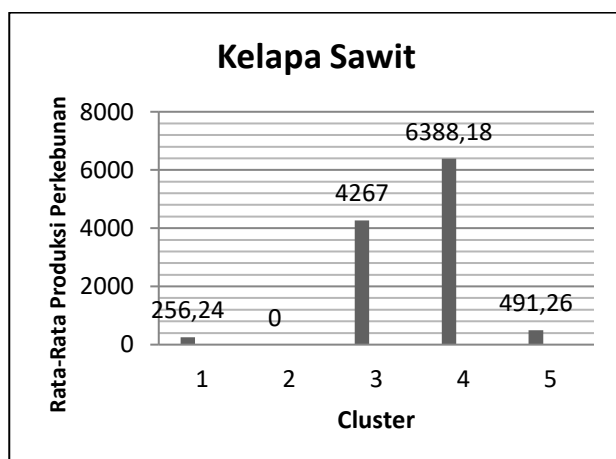
**Analisis Karakteristik Cluster**

Berdasarkan hasil *clustering*, kemudian dilakukan profilisasi untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing *cluster* yang telah diperoleh. Profilisasi dilakukan dengan mencari nilai rata-rata hasil produksi perkebunan untuk masing-masing variabel pada setiap *cluster* sehingga diperoleh hasil sebagai berikut.

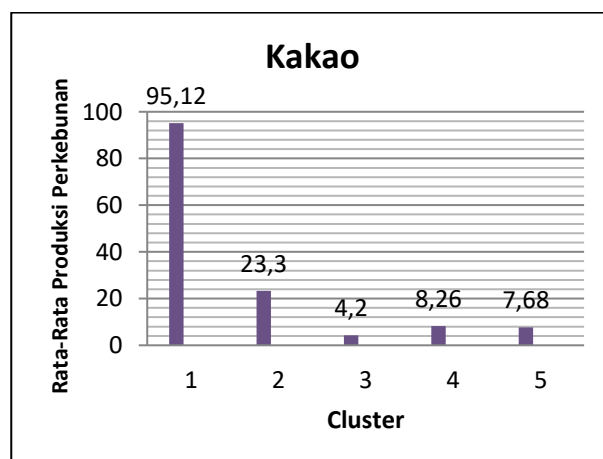
**Tabel 4. Profilisasi Cluster**

Cluster	Kelapa Sawit	Kelapa	Karet	Kopi	Kaka o	Tebu	Teh	Tembakau
1	256,24	64,48	29,02	32,30	95,12	158,16	0,00	0,34
2	0,00	240,10	24,00	48,50	23,30	979,00	2,10	1336,00
3	4267,00	55,40	804,80	191,20	4,20	91,80	3,00	0,10
4	6388,18	141,98	246,86	20,04	8,26	2,86	2,38	0,44
5	491,26	63,35	30,26	11,48	7,68	11,58	5,04	5,52

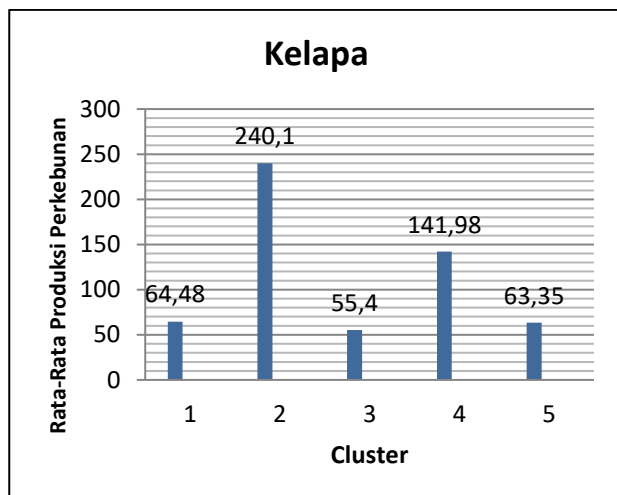
Adapun hasil profilisasi *cluster* dapat direpresentasikan dalam bentuk diagram berdasarkan jenis tanaman perkebunan seperti pada Gambar 2 – 9.



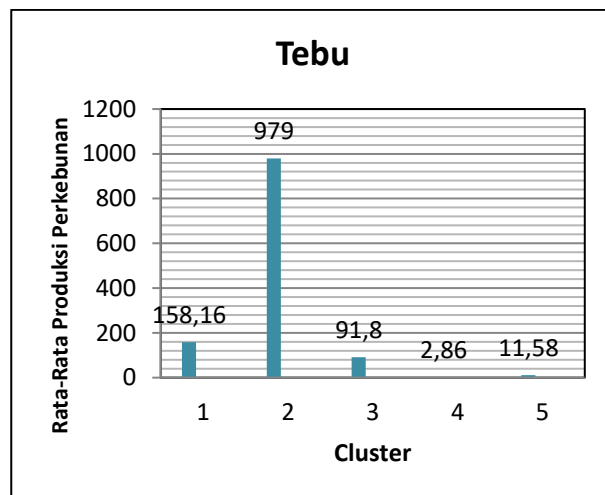
Gambar 2. Diagram Rata-Rata Produksi Kelapa Sawit



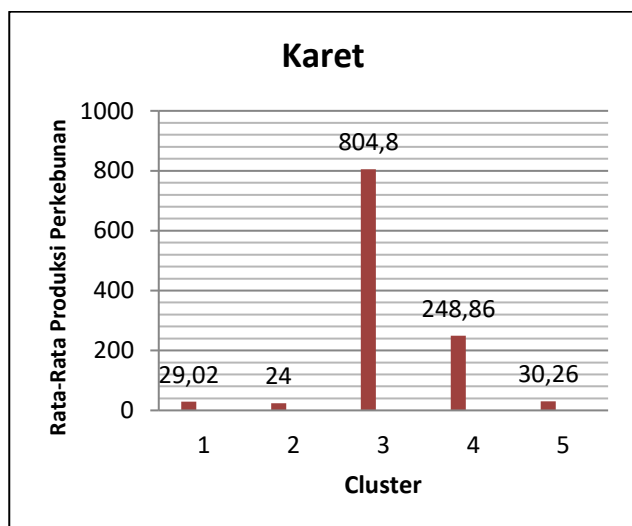
Gambar 3. Diagram Rata-Rata Produksi Kakao



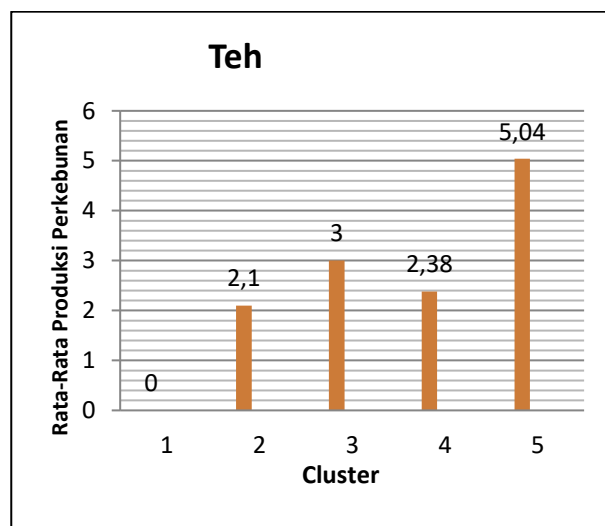
Gambar 4. Diagram Rata-Rata Produksi Kelapa



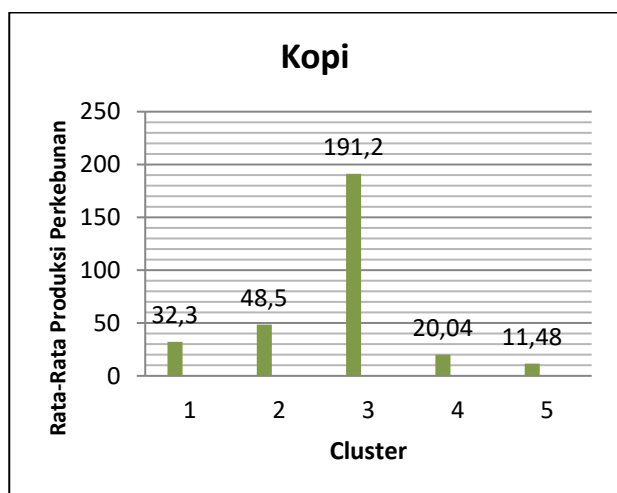
Gambar 5. Diagram Rata-Rata Produksi Tebu



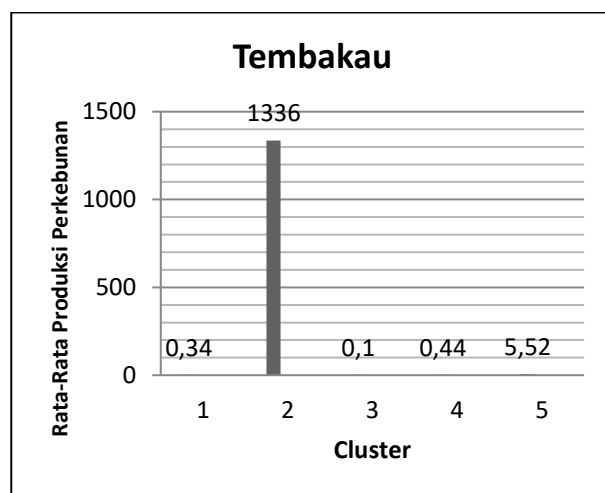
Gambar 6. Diagram Rata-Rata Produksi Karet



Gambar 7. Diagram Rata-Rata Produksi Teh



Gambar 8. Diagram Rata-Rata Produksi Kopi



Gambar 9. Diagram Rata-Rata Produksi Tembakau

Cluster 1 memiliki rata-rata produksi perkebunan kakao paling besar dibandingkan cluster lainnya yaitu 95,12 (ribu ton), sedangkan rata-rata produksi perkebunan teh memiliki nilai 0 (ribu ton) yang berarti tidak ada produksi teh di cluster ini. Rata-rata produksi perkebunan kelapa, tebu, dan tembakau pada cluster 2 memiliki nilai paling besar dibandingkan





Rata-rata produksi perkebunan kelapa, tebu, dan tembakau pada *cluster* 2 memiliki nilai paling besar, sedangkan untuk rata-rata produksi perkebunan karet memiliki nilai paling kecil dibandingkan *cluster* lainnya. Pada *cluster* 2 ini terdapat nilai rata-rata produksi 0 pada produksi perkebunan kelapa sawit, yang berarti tidak ada hasil produksi kelapa sawit di *cluster* ini. Di beberapa Negara berkembang banyak yang menggantungkan kehidupannya pada tanaman kelapa sebagai sumber makanan, minuman, bahan bangunan, rumah, obat-obatan, kerajinan tangan, kosmetik, sabun, dan lain-lain. Untuk tanaman tebu lebih banyak digunakan dalam industri pangan, farmasi, dan pakan ternak. Sedangkan untuk produk tembakau yang utama diperdagangkan yaitu daun tembakau dan rokok.

Jumlah hasil produksi perkebunan karet dan kopi pada *cluster* 3 memiliki nilai paling besar, sedangkan untuk jumlah hasil produksi perkebunan kelapa, kakao, dan tembakau memiliki nilai paling kecil dibandingkan *cluster* lainnya. Komoditas karet memiliki manfaat dan kegunaan hampir di setiap aspek kehidupan manusia, salah satu contoh olahan karet yaitu ban mobil. Sedangkan kopi saat ini sangat diminati masyarakat di Indonesia. Hal ini dibuktikan dengan meningkatnya jumlah dan sebaran kedai kopi di berbagai kota.

*Cluster* 4 memiliki jumlah hasil produksi perkebunan kelapa sawit paling besar, sedangkan untuk jumlah hasil produksi perkebunan tebu memiliki nilai paling kecil dibandingkan *cluster* lainnya. Selain digunakan sebagai minyak makanan margarine, kelapa sawit dapat juga digunakan untuk industri sabun, lilin dan dalam pembuatan lembaran-lembaran timah serta industri komestik.

*Cluster* 5 memiliki jumlah hasil produksi perkebunan teh paling besar, sedangkan untuk jumlah hasil produksi perkebunan kopi memiliki nilai paling kecil dibandingkan *cluster* lainnya. Tanaman teh bagian daun, pucuk daun, atau tangkai daun yang dikeringkan kemudian diseduh dapat menghasilkan minuman yang mengandung kafein.

Penelitian ini hampir sama dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Mujiati Dwi Kartikasari (2021) yang mengelompokkan wilayah Indonesia. Mujiati melakukan pengelompokkan berdasarkan konsumsi pangan, sedangkan untuk penelitian ini dilakukan pengelompokkan berdasarkan produksi tanaman perkebunan. Hasil yang diperoleh yaitu terbentuknya 4 *cluster* pengelompokkan sebagai banyak *cluster* terbaik.

## SIMPULAN

### Simpulan

Penelitian ini menerapkan algoritma *self organizing map* untuk mengelompokkan produksi tanaman perkebunan di Indonesia. Jenis tanaman perkebunan yang digunakan yaitu Kelapa Sawit, Kelapa, Karet, Kopi, Kakao, Tebu, Teh, dan Tembakau. Tahapan pembentukan *cluster* antara lain yaitu melakukan normalisasi data pada data input, mencari bobot akhir, menentukan jarak antar neuron, dan melakukan pemilihan nilai neuron pada jarak *inter-cluster* yang paling minimum. Kemudian dilakukan validasi *cluster* dengan menggunakan *Davies Bouldin Index* (DBI) dan pembentukan 5 *cluster* terpilih menjadi jumlah *cluster* terbaik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsar, I., Kassa, S., & Rauf, R. A. (2015). Analisis Produksi Usahatani Kakao Di Desa Masari Kecamatan Parigi Selatan Kabupaten Parigi Moutong. *e-J. Agrotekbis*, 765-778.
- Davies, D., & Bouldin, D. (1979). A Cluster Separation Measure. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, *PAMI-1*(2), 224-227. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.1979.4766909>
- Djafar, N. M., Wijayanti, L. N., Elprilita, A. R., et al. (2021). Pengelompokan Produksi Perkebunan Menurut Kabupaten/Kota Jawa Tengah Tahun 2020 Menggunakan Hierarchical Clustering. *Journal of Mathematics Education and Science*, 59-66
- Evizal, R. (2014). *Dasar-Dasar Produksi Perkebunan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Halim, N. N., & Widodo, E. (2017). Clustering Dampak Gempa Bumi Di Indonesia Menggunakan Kohonen Self Organizing Maps. *Seminar Nasional Integrasi Matematika dan Nilai Islami*, (pp. 188-194). Yogyakarta.
- Irwansyah, E., Faisal, M. (2015). *Advanced Clustering Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Kartikasari, M. D. (2021). Self-Organizing Map Menggunakan Davies-Bouldin Index Dalam Pengelompokan Wilayah Indonesia Berdasarkan Konsumsi Pangan. *Jambura Journal Of Mathematics*, 187-196.
- Munawar, G. (2015). Implementasi Algoritma Self Organizing Map (SOM) Untuk Clustering Mahasiswa Pada Matakuliah Proyek (Studi Kasus: JTK POLBAN). *Prosiding 6th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 66-78.
- Nasution, D. A., Khotimah, H. H., & Chamidah, N. (2019). Perbandingan Normalisasi Data Untuk Klasifikasi Wine Menggunakan Algoritma K-NN. *Journal of Computer Engineering System and Science*, 78-82.
- Ningsih, K. (2017). Produksi dan Pendapatan Petani Tembakau Madura: Sebuah Kajian Dampak Perubahan Iklim. *Jurnal Agromix*, 108-121.
- Umar, R., Fadlil, A., & Zahra, R. R. (2018). Self Organizing Maps (SOM) untuk Pengelompokan Jurusan di SMK. *Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, 131-137.
- Wulandari, S. A., & Kemala, N. (2016). Kajian Komoditas Unggulan Sub-Sektor Perkebunan Di Provinsi Jambi. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 134-141.