

Pengelompokan Kabupaten/Kota di Sulawesi Utara Berdasarkan Usaha Budidaya Perikanan Menggunakan Analisis Klaster

Orin Majuki^{1*}, Marline S. Paendong¹, John S. Kekenusa¹

¹Jurusan Matematika–Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam–Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia

*Corresponding author: orinmajuki103@student.unsrat.ac.id

ABSTRAK

Perikanan budidaya merupakan kegiatan pemeliharaan serta pengembangbiakan organisme air seperti ikan, udang, dan rumput laut di lingkungan perairan baik tawar, payau, maupun laut dengan tujuan memperoleh hasil secara berkelanjutan dan bernilai ekonomi. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan Kabupaten/Kota di Sulawesi Utara berdasarkan karakteristik usaha budidaya perikanan menggunakan analisis klaster. Penelitian ini menggunakan data Tahun 2022 berupa data sekunder yang diambil dari Dinas Kelautan dan Perikanan di Sulawesi Utara. dengan variabel yang diamati meliputi produksi perikanan budidaya, luas areal budidaya, jumlah rumah tangga perikanan budidaya dan jumlah pembudidaya. Metode klaster yang digunakan adalah metode hierarki yaitu *Single Linkage* dan *Complete Linkage*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Complete Linkage* memberikan hasil klasterisasi terbaik berdasarkan nilai rasio simpangan baku terkecil. Metode ini membentuk dua klaster: Klaster 1 terdiri dari 14 Kabupaten/Kota dengan aktivitas budidaya rendah dan Klaster 2 terdiri dari 1 Kabupaten/Kota dengan aktivitas budidaya sangat aktif.

ABSTRACT

Aquaculture is an activity involving the cultivation and breeding of aquatic organisms such as fish, shrimp, and seaweed in freshwater, brackish, or marine environments, with the aim of achieving sustainable and economically valuable yields. This study aims to classify the regencies/cities in North Sulawesi based on the characteristics of their aquaculture activities using cluster analysis. The research uses 2022 secondary data obtained from the Department of Marine and Fisheries of North Sulawesi. The variables observed include aquaculture production, cultivation area, number of aquaculture households, and number of cultivators. The clustering methods applied are hierarchical methods, namely Single Linkage and Complete Linkage. The results show that the Complete Linkage method provides the best clustering results based on the lowest standard deviation ratio. This method forms two clusters: Cluster 1 consists of 14 regencies/cities with low aquaculture activity, and Cluster 2 consists of 1 regency/city with very active aquaculture activity.

1. PENDAHULUAN

Secara geografis Sulawesi Utara dikelilingi oleh lautan sehingga menjadikan Sulawesi Utara sebagai daerah dengan hasil laut yang melimpah. Oleh karena itu, subsektor perikanan juga merupakan subsektor unggulan di Sulawesi Utara. selain digunakan untuk mencukupi konsumsi sendiri, hasil laut Sulawesi Utara telah menjadi komoditas ekspor ke beberapa negara. Berdasarkan data Dinas Kelautan dan Perikanan Sulawesi Utara mencatat pada tahun 2021 produksi perikanan budidaya sekitar 379,42 ribu ton atau senilai 6,99 triliun rupiah. Nilai ini menurun sebesar 19.687 ton atau senilai 548 miliar rupiah pada tahun 2022[2]

Perikanan budidaya atau budidaya perikanan adalah sebuah kegiatan ekonomi yang mencakup pembudidayaan atau pemeliharaan hewan dan tanaman air yang hidup dilautan atau perairan darat.[2]

Analisis klaster merupakan salah satu teknik dalam statistik multivariat yang bertujuan untuk mengelompokkan objek-objek berdasarkan karakteristik di antara objek tersebut. Dalam analisis ini memiliki 2 metode yaitu metode hierarki (*hierarchical Clustering Method*) dan metode non-hierarki (*Non-Hierarchical Clustering Method*) [3].

Budidaya Perikanan

Budidaya perikanan adalah usaha pemeliharaan dan pengembangbiakan ikan atau organisme air. Perikanan budidaya

INFO ARTIKEL

Diterima :

Diterima setelah revisi :

Tersedia online :

Kata Kunci:

Budidaya Perikanan

Analisis klaster

Single linkage

Complete linkage

ARTICLE INFO

Accepted :

Accepted after revision :

Available online :

Keywords:

Aquaculture

Cluster analysis

Single linkage

Complete linkage

disebut juga akuakultur. Akuakultur organisme perairan yang dibudidayakan tidak hanya ikan saja tetapi juga organisme aquatik lainnya seperti kerang, udang, dan tumbuhan air. Dalam bidang perikanan secara umum diartikannya dengan luas untuk merujuk pada seluruh organisme aquatik bukan hanya hewan aquatik [10]

Analisis Multivariat

Analisis multivariat merupakan metode statistik yang digunakan untuk menganalisis lebih dari satu variabel secara bersamaan. Proses perhitungannya lebih rumit dibandingkan dengan analisis univariat, sehingga penggunaan perangkat lunak statistik sangat membantu dalam melakukan analisis tersebut [13]

Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif adalah metode statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara menggambarkan, menyederhanakan, dan menyajikan data sampel teratur agar mudah dipahami. Hasil dari analisis deskriptif bisa disajikan dalam berbagai bentuk, seperti tabel distribusi frekuensi, histogram, nilai rata-rata (mean), deviasi standar, dan lain-lain. Dengan menggunakan analisis ini, kita dapat memperoleh gambaran yang jelas tentang data, baik dalam bentuk verbal maupun numerik yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan[4]

Standarisasi Data

Proses standarisasi adalah langkah penting dalam analisis data, terutama saat menggunakan metode seperti analisis klaster. Standarisasi dilakukan untuk mengatasi masalah perbedaan satuan dan skala antara variabel-variabel yang diteliti. Proses standarisasi dilakukan apabila terdapat perbedaan ukuran satuan yang signifikan di antara variabel-variabel yang diteliti. Perbedaan satuan yang besar ini dapat menyebabkan hasil perhitungan dalam analisis klaster menjadi tidak akurat. Oleh karena itu, penting untuk melakukan standarisasi dengan mentransformasikan data asli terlebih dahulu sebelum melanjutkan analisis lebih lanjut.[12]

$$z = \frac{x - \bar{x}}{s} \quad (1)$$

Keterangan:
 x = Nilai data
 \bar{x} = Nilai rata-rata
 s = Standar deviasi

Jarak Euclidean

Jarak *Euclidean* adalah jenis jarak yang sering digunakan, terutama ketika semua variabel yang dianalisis memiliki kontinu. Metode ini mengasumsikan bahwa variabel-variabel yang diamati tidak saling berkorelasi dan memiliki satuan yang seragam. Pengukuran jarak dilakukan dengan cara menghitung akar kuadrat dari penjumlahan kuadrat selisih dari nilai masing-masing peubah [8]

Untuk mengukur jarak objek ke- i dan objek ke- j dengan simbol $d_{(i,j)}$ dengan variabel ke- k . Dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$d_{(i,j)} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (X_{ik} - X_{jk})^2}; i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

Keterangan:
 $d_{(i,j)}$ = Jarak antar objek ke- i dan objek ke- j
 p = Banyaknya variabel yang diamati

X_{ik} = Nilai amatan objek ke- i variabel ke- k
 X_{jk} = Nilai amatan objek ke- j variabel ke- k .

Analisis Klaster

Analisis klaster adalah metode untuk mengelompokkan peubah (variabel) atau objek yang memiliki kesamaan sifat. Analisis pengelombongan adalah Teknik yang melibatkan beberapa peubah, dengan tujuan utama untuk mengelompokkan objek-objek berdasarkan kemiripan karakteristik yang ada. Dengan kata lain, variasi dalam satu kelompok harus serendah mungkin, sementara variasi antar kelompok harus setinggi mungkin [9]

Analisis klaster terbagi menjadi 2 jenis yaitu Hierarki dan Non Hierarki. Metode Hierarki merupakan teknik analisis klaster yang membentuk suatu struktur bertingkat, mirip dengan pohon, karena proses pengelompokannya dilakukan secara bertahap. Metode ini biasanya digunakan ketika jumlah individu yang dianalisis tidak terlalu banyak dan jumlah kelompok yang akan terbentuk ditentukan sebelumnya (11). Sedangkan metode non-hierarki yang umumnya dikenal sebagai metode k-means, dimulai dengan pemilihan sejumlah nilai awal berdasarkan jumlah klaster yang diinginkan. Setelah itu, objek pengamatan dikelompokkan ke dalam klaster-klaster tersebut. Metode non-hierarki ini mencakup berbagai pendekatan, seperti metode *sequential*, *threshold*, *parallel threshold*, dan *optimizing partitioning*.[5]

Pada analisis ini digunakan metode agglomerative untuk mengelompokkan yaitu metode *Single Linkage* dan *Complete Linkage*.

a. *Single Linkage*

Metode Single Linkage menggunakan prinsip jarak minimum dalam proses pengelompokan. Pengelompokan dimulai dengan mencari nilai minimum dari $D = \{d_{xy}\}$ dan menggabungkan objek yang saling berdekatan (1). Jika individu X dan Y mempunyai jarak terjauh, maka cari jarak minimum XZ dan YZ, sehingga:

$$d_{(XY)Z} = \min(d_{XZ}, d_{YZ}) \quad (1)$$

Keterangan:

$d_{(XY)Z}$ = Jarak antara klaster gabungan XY dengan klaster Z.
 d_{XZ} = Jarak antara klaster X dengan klaster Z
 d_{YZ} = Jarak antara klaster X dengan klaster Z

b. *Complete Linkage*

Metode Complete Linkage adalah kebalikan dari pendekatan yang digunakan dalam Single Linkage. Prinsip yang ditetapkan dalam metode ini adalah mengukur jarak terjauh antar objek (1). Jika individu X dan Y mempunyai jarak terjauh, maka cari jarak minimum XZ dan YZ, sehingga:

$$d_{(XY)Z} = \max(d_{XZ}, d_{YZ}) \quad (4)$$

Keterangan:

$d_{(XY)Z}$ = Jarak antara klaster gabungan XY dengan klaster Z.
 d_{XZ} = Jarak antara klaster X dengan klaster Z

d_{YZ} = Jarak antara klaster X dengan klaster Z

Menentukan Nilai Terbaik

Menentukan model terbaik dapat dilakukan dengan simpangan baku untuk mengukur variabilitas dalam tiap klaster. Semakin kecil simpangan baku dalam satu klaster, semakin homogen klaster tersebut. Penilaian hasil pengelompokan dapat dilakukan dengan membandingkan metode klasterisasi berdasarkan 2 kriteria simpangan baku, yaitu rata-rata simpangan baku dalam kelompok (S_w) dan simpangan baku antar kelompok (S_b). S_w menunjukkan seberapa homogen data dalam satu klaster, semakin kecil nilainya semakin baik. Sementara itu, S_b mengukur perbedaan antar klaster, nilai yang lebih besar menunjukkan pemisahan yang lebih jelas antar kelompok. Klasterisasi yang optimal memiliki S_w yang kecil dan S_b yang besar, karena ini menunjukkan bahwa setiap klaster lebih seragam di dalamnya dan lebih berbeda dari klaster lainnya (6)

Nilai simpangan baku dalam klaster (S_w) dapat dihitung dalam rumus berikut:

$$S_w = K^{-1} \sum_{k=1}^K S_k \quad (5)$$

Dimana,

$$S_k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{i(k)} - \bar{x}_k)^2}{n-1}} \quad (6)$$

Keterangan

K = Banyaknya klaster yang terbentuk
 S_k = Merupakan simpangan baku klaster ke- k sedangkan simpangan baku antar klaster (S_b) dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$S_b = \left[(K-1)^{-1} \sum_{i=1}^n (x_k - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

Keterangan:

K = Banyaknya klaster yang terbentuk
 \bar{x}_k = Merupakan rata-rata klaster ke- k
 \bar{x} = Merupakan rata-rata seluruh klaster.

Jika sudah mendapatkan nilai simpangan baku dalam klaster (S_w) dan simpangan baku antar klaster (S_b). Maka selanjutnya menghitung rasio simpangan baku dengan rumus berikut:

$$\text{Rasio} = \frac{S_w}{S_b} \quad (8)$$

Keterangan:

S_w = Simpangan Baku dalam Klaster
 S_b = Simpangan Baku antar Klaster

2. METODE PENELITIAN

Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder usaha budidaya perikanan di sulawesi utara pada tahun 2022.

Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini adalah data yang berasal dari Dinas Kelauran dan Perikanan Daerah Provinsi Sulawesi Utara.

Prosedur Penelitian

Langkah-langkah analisis:

1. Melakukan analisis pada data yang ada dengan mendeskripsikan variabel-variabelnya.
2. Jika pada data memiliki perbedaan satuan atau skala antara variabel-variabel, maka harus dilakukan standarisasi data
3. Menentukan jarak kemiripan antar objek menggunakan jarak Euclidean
4. menentukan jumlah Klaster
5. Metode pengelompokan yang dilakukan adalah metode hierarki dengan menggunakan jarak Euclidean dan untuk mendapatkan kelompok dilakukan cara penggabungan (agglomerative) dengan prosedur pengelompokan Single Linkage dan Complete Linkage.
6. Menginterpretasi hasil yang diperoleh sesuai metode yang ditentukan
7. mencari metode terbaik dengan menggunakan simpangan baku
8. menarik Kesimpulan dan memberikan saran bagi penelitian selanjutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Deskriptif

Adapun analisis deskriptif pada tabel 1

Variabel	Minimun	Maximun	Rata-rata	St. Deviasi
Produksi (Ton)	8.546	196.877.356	25.294.616,2	60.239.985
Luas Areal Budidaya (m ²)	1.493	1.449.108.700	107.307.152,6	401.700.601,2
Rumah Tangga Perikanan (RT)	6	4.407	721	1.189,58
Jumlah Pembudidaya (Jiwa)	60	13.222	2245	3.847,08

Tabel 1. Deskripsi statistik data

Dari gambar 1 menyajikan deskriptif data dari 4 variabel utama dalam penelitian ini, yaitu Produksi (Ton), Luas Areal Budidaya (m²), Rumah Tangga Perikanan (RT), dan Jumlah Pembudidaya. Dari hasil analisis, variabel Produksi (Ton) memiliki nilai minimum sebesar 8.546 untuk Kota Bitung dan nilai maksimum sebesar 196.877.356 untuk Kabupaten Minahasa Utara. Nilai rata-rata sebesar 25.294.616 dan standar deviasi 60.239.985. Sementara itu, variabel Luas Areal Budidaya (m²) memiliki nilai minimum sebesar 1.493 untuk Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan dan nilai maksimum 1.449.108.700 untuk Kabupaten Bolaang Mongondow. Nilai rata-rata sebesar 107.307.152,6 dan standar deviasi 401.700.601,2. Pada variabel Rumah Tangga Perikanan (RT) memiliki nilai minimum sebesar 6 untuk Kota Manado dan nilai maksimum sebesar 4.407 untuk Kabupaten Minahasa. Nilai rata-rata sebesar 721 dan standar deviasi 1.189,58

Terakhir, variabel Pembudidaya (Jiwa) memiliki nilai minimum sebesar 60 untuk Kota Manado dan nilai maksimum sebesar 13.222 untuk Kabupaten Minahasa. Nilai rata-rata sebesar 2245 dan standar deviasi 3.847,08.

Standarisasi Data

Berikut perhitungan standarisasi data yang dilakukan dengan bantuan software R:

Objek	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
1	-0,41968	3,614138	-0,479326	-0,186062
2	-0,41919	-0,26712	-0,582723	-0,562971
3	-0,40799	-0,26712	-0,492776	-0,529959
4	-0,41924	-0,20587	-0,587767	-0,526580
5	-0,41967	-0,26711	-0,249834	-0,473553
6	-0,41448	-0,26687	0,0637196	-0,278080
7	-0,41846	-0,26504	-0,548257	-0,549454
8	1,975865	-0,26454	3,098387	2,8531204
9	-0,26058	-0,26683	-0,101043	0,1245618
10	0,025281	-0,26125	1,0236819	1,8601611
11	2,848319	-0,21894	0,862316	0,079852
12	-0,41975	-0,26628	-0,593651	-0,544775
13	-0,41634	-0,26376	-0,528923	-0,324869
14	-0,41975	-0,26668	-0,601217	-0,568170
15	-0,4142	-0,2666	-0,282619	-0,373217

Tabel 2. Standarisasi Data

Jarak Euclidean

Berikut perhitungan jarak Euclidean dengan menggunakan software Excel

Objek	1	2	3	...	15
1	0	3,900	3,896	...	3,890
2	3,900	0	0,096	...	0,355
3	3,896	0,096	0	...	0,262
4	3,836	0,071	0,113	...	0,346
5	3,898	0,344	0,249	...	0,105
6	3,919	0,706	0,610	...	0,359
7	3,896	0,037	0,059	...	0,318
8	6,543	5,563	5,479	...	5,249
9	3,914	0,854	0,776	...	0,551
10	4,654	2,941	2,863	...	2,624
11	5,219	3,630	3,579	...	3,487
12	3,898	0,021	0,102	...	0,355
13	3,880	0,244	0,208	...	0,251
14	3,901	0,019	0,115	...	0,373
15	3,890	0,355	0,262	...	0

Tabel 3. Jarak Euclidean

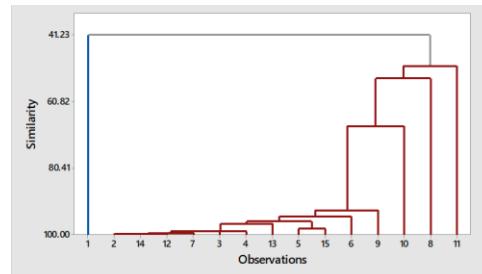
Analisis Klaster

Salah satu ciri analisis klaster adalah peneiti dapat menentukan jumlah klaster yang akan dibentuk. Pada penelitian ini peneliti memilih membentuk klaster dalam 2 kelompok yang terdiri dari tinggi dan rendah

Setelah mendapatkan hasil dari jarak Euclidean dan telah menentukan jumlah klaster, maka langkah selanjutnya adalah melakukan proses klasterisasi terhadap Kabupaten/Kota.

Proses klaster menggunakan metode *Single Linkage*

Analisis klaster dengan menggunakan metode *Single Linkage* merupakan proses penggabungan dua objek yang mempunyai jarak minimum atau jarak terdekat dari anggota-anggotanya. Berikut ini merupakan hasil dendrogram dari analisis klaster data Usaha Perikanan Budidaya di Sulawesi Utara Tahun 2022:



Gambar 1. Dendrogram *Single Linkage*

Dilihat dari Gambar terdapat dua kelompok Kabupaten/Kota yang terbentuk dengan klaster 1 yang beranggotakan 1 Kabupaten/Kota yaitu Kabupaten Bolaang Mongondow (1), klaster 2 beranggotakan 14 Kabupaten/Kota yaitu Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan (2), Kabupaten Bolaang Mongondow Timur (3), Kabupaten Bolaang Mongondow Utara (4), Kabupaten Kepulauan Sitaro (5), Kabupaten Kepulauan Sangihe (6), Kabupaten Kepulauan Talaud (7), Kabupaten Minahasa (8), Kabupaten Minahasa Selatan (9), Kabupaten Minahasa Tenggara (10), Kabupaten Minahasa Utara (11), Kota Bitung (12), Kota Kotamobagu(13), Kota Manado (14), dan Kota Tomohon (15).

Setelah memperoleh klaster selanjutnya menginterpretasikan hasil dari klaster tersebut. dengan cara menggunakan nilai rata-rata variabel pada tiap klaster. Berikut merupakan tabel nilai rata-rata variabel:

Variabel	Klaster 1	Klaster 2
x ₁	12.662	27.100.470
x ₂	1.559.108.700	6.723.640
x ₃	151	762
x ₄	3060	4.594

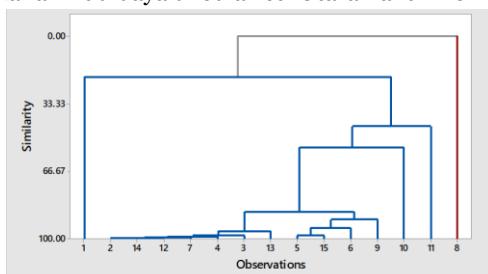
Tabel 4. Nilai Rat-rata Variabel *Single Linkage*
Berdasarkan Tabel 5 dapat diinterpretasikan masing-masing Klaster sebagai berikut:

1. Klaster 1 terdiri dari daerah dengan luas lahan budidaya(X₂) yang sangat besar, namun tingkat produksi(X₁), jumlah rumah tangga perikanan(X₃) dan jumlah pembudidaya(X₄)nya rendah. artinya, lahan belum dimanfaatkan secara optimal, atau potensi besar yang belum tergarap maksimal.

- Klaster 2 menggambarkan daerah-daerah dengan aktivitas perikanan budidaya yang relatif normal atau sedikit di bawah rata-rata, namun dengan luas areal yang kecil. Mencerminkan wilayah dengan aktivitas perikanan budidaya yang lebih aktif, merata dan stabil dari semua aspek.

Proses klaster menggunakan metode *Complete Linkage*

Analisis klaster dengan menggunakan metode *Single Complete* merupakan proses penggabungan dua objek yang mempunyai jarak maksimum atau jarak terjauh dari anggota-anggotanya. Berikut ini merupakan hasil dendrogram dari analisis klaster data Usaha Perikanan Budidaya di Sulawesi Utara Tahun 2022:



Gambar 1. Dendogram *Single Complete*

Dilihat dari Gambar terdapat dua kelompok Kabupaten/Kota yang terbentuk dengan klaster 1 yang beranggotakan 14 Kabupaten/Kota yaitu Kabupaten Bolaang Mongondow (1), Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan (2), Kabupaten Bolaang Mongondow Timur (3), Kabupaten Bolaang Mongondow Utara (4), Kabupaten Kepulauan Sitaro (5), Kabupaten Kepulauan Sangihe (6), Kabupaten Kepulauan Talaud (7), Kabupaten Minahasa Selatan (9), Kabupaten Minahasa Tenggara (10), Kabupaten Minahasa Utara (11), Kota Bitung (12), Kota Kotamobagu (13), Kota Manado (14), dan Kota Tomohon (15). serta klaster 2 beranggotakan 1 Kabupaten/Kota yaitu Kabupaten Minahasa (8).

Setelah memperoleh klaster selanjutnya menginterpretasikan hasil dari klaster tersebut dengan cara menggunakan nilai rata-rata variabel pada tiap klaster. Berikut merupakan tabel nilai rata-rata variabel:

Variabel	Klaster 1	Klaster 2
x_1	16.792.751	144.320.728
x_2	116.604.883	20.772.00
x_3	458	4.407
x_4	2.924	26.444

Tabel 5. Nilai Rat-rata Variabel *Complete Linkage*
Berdasarkan Tabel 6 dapat diinterpretasikan masing-masing Klaster sebagai berikut:

- Klaster 1 cenderung pasif dalam aktivitas perikanan budidaya. Tidak ada indikator yang menonjol tinggi. Meskipun tidak tergolong rendah, namun relatif lemah dibandingkan klaster lainnya.
- Klaster 2 terdiri dari wilayah yang sangat aktif dalam kegiatan budidaya perikanan, dengan jumlah rumah tangga dan pembudidaya yang tinggi, serta tingkat produksi yang jauh diatas rata-rata. Meskipun luas lahannya tidak besar, efisiensinya sangat tinggi.

tinggi, serta tingkat produksi yang jauh diatas rata-rata. Meskipun luas lahannya tidak besar, efisiensinya sangat tinggi.

Menentukan Metode Terbaik

Setelah mendapatkan hasil klasterisasi dari kedua metode tersebut. Selanjutnya menentukan model terbaik. Dalam penelitian ini menentukan model terbaik dilakukan dengan menghitung rasio antara nilai simpangan baku dalam klaster (S_w) dengan nilai simpangan baku dalam data (S_b). Metode yang mendapatkan nilai rasio terkecil yang mendekati nol merupakan metode terbaik.

Berikut merupakan hasil dari perhitungan rasio antara nilai simpangan baku dalam klaster (S_w) dengan nilai simpangan baku dalam data (S_b).

Rasio	<i>Single Linkage</i>	<i>Complete Linkage</i>
$\frac{S_w}{S_b}$	9,721	3,635

Tabel 6. Nilai Rasio Simpangan Baku

Berdasarkan Tabel 7. Menunjukkan bahwa metode *Complete Linkage* lebih baik dari pada metode *Single Linkage*, dikarena nilai rasio simpangan baku pada *Complete Linkage* lebih kecil dibandingkan dengan *Single Linkage*. Nilai simpangan baku yang diperoleh *Complete Linkage* adalah 3,635. Hal ini mengidentifikasi bahwa hasil klasterisasi dengan *Complete Linkage* memiliki klaster yang lebih jelas terpisah satu sama lain, sehingga struktur klaster lebih baik dan lebih optimal dalam menggambarkan pola data.

4. PENUTUP Kesimpulan

Pada penelitian ini metode *Complete Linkage* memberikan hasil klasterisasi yang lebih baik dibandingkan metode *Single Linkage*. Hal ini dibuktikan melalui nilai rasio simpangan baku terkecil sebesar 3,635 yang menunjukkan tingkat homogenitas dalam klaster yang lebih tinggi serta perbedaan antar klaster yang jelas. Pengelompokan yang dihasilkan melalui metode *Complete Linkage* adalah 2 kelompok dengan rincian:

- Klaster 1 beranggotakan 14 Kabupaten/Kota, yaitu dengan luas areal budidaya yang besar namun belum dimanfaatkan secara optimal.
- Klaster 2 beranggotakan 1 Kabupaten/Kota yaitu Kabupaten Minahasa, terdiri dari wilayah yang sangat aktif dalam kegiatan budidaya perikanan, dengan jumlah rumah tangga dan pembudidaya yang tinggi, serta tingkat produksi yang jauh diatas rata-rata. Meskipun luas lahannya tidak besar, efisiensinya sangat tinggi.

REFERENSI

- [1] Asiska, N., Satyahadewi, N., & Perdana, H.2019. Pencarian Klaster Optimum Pada Single Linkage, Complete Linkage Dan Average Linkage. *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, 8(3).
- [2] Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sulawesi

- [3] Utara Dalam Angka 2024. <https://sulut.bps.go.id/>
Badan Pusat Statistik (BPS) Statistik Daerah Provinsi Sulawesi Utara 2024. <https://sulut.bps.go.id/>
- [4] Gulla, A. M., Komalig, H. A. H., & Salaki, D. T. 2023. Analisis Gerombol untuk Pengelompokan Program Studi di FMIPA UNSRAT berdasarkan Keadaan Orang Tua. d'Cartesian: Jurnal Matematika Dan Aplikasi, 12(2), 62–66
- [5] Hikmah, H., Fardinah, F., Qadrini, L., & Tande, E. 2022. Analisis Klaster Pengelompokan Kecamatan di Sulawesi Barat Berdasarkan Indikator Pendidikan. SAINTIFIK, 8(2), 188 - 196.
- [6] Luthfi, E., & Wijayanto, A. W. (2021). Analisis perbandingan metode hierarchical, k-means, dan k-medoids clustering dalam pengelompokan indeks pembangunan manusia Indonesia. Inovasi, 17(4), 761-773
- [7] Matahari, M., Kekenusa, J., & Langi, Y., 2015. Pengelompokan Sekolah Dasar Di Siau berdasarkan Indikator Mutu Sekolah dengan Menggunakan Analisis Gerombol. d'Cartesian: Jurnal Matematika Dan Aplikasi, 4(2), 188–195
- [8] Mongi, C. E. 2015. Penggunaan analisis two step clustering untuk data campuran. d'Cartesian: Jurnal Matematika dan Aplikasi, 4(1), 9-19
- [9] Mongi, C., & Montolalu, C. (2017). Penggerombolan Sekolah Menengah Atas Berdasarkan Nilai Ujian Nasional Di Kota Manado. d'Cartesian: Jurnal Matematika Dan Aplikasi, 6(2), 80–85.
- [10] Mulyono, M., & Ritonga, L. B. (2019). Kamus Akuakultur (Budidaya Perikanan). Stp Press.. Purnomo dan Sutadji. 2022. Analisis Data Multivariat. Omera Pustaka. Banyumas, Jawa Tengah.
- [11] Sagai, V., Komalig, H., & Paendong, M. 2024. Pengelompokan Kabupaten/Kota di Sulawesi Utara Berdasarkan Data Peternakan Menggunakan Klaster Hierarki. d'Cartesian: Jurnal Matematika Dan Aplikasi, 13(1), 53–56.
- [12] Silvi, R. 2018. Analisis Klaster dengan Data Outlier Menggunakan Centroid Linkage dan K-Means clustering untuk Pengelompokan Indikator HIV/AIDS di Indonesia. Jurnal Matematika MANTIK, 4(1), 22-31
- [13] Wustqa, D. U., Listyani, E., Subekti, R., Kusumawati, R., Susanti, M., & Kismiantini, K. (2018). Analisis data Multivariat dengan Program r. Jurnal Pengabdian Masyarakat MIPA Dan Pendidikan MIPA, 2(2), 83-86.

Orin Majuki (orinmajuki103@student.unsrat.ac.id)

Lahir di Bekasi, Jawa Barat pada tanggal 16 Oktober 2002. Menempuh pendidikan tinggi Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Sam Ratulangi Manado. Tahun 2025 adalah tahun terakhir ia menempuh studi. Makalah ini merupakan hasil penelitian skripsinya yang dipublikasikan.

Marline S Paendong (marlinepaendong@gmail.com)

Lahir pada tanggal 16 Maret 1974. Pada tahun 1999 mendapatkan gelar Sarjana Sains (S.Si) yang diperoleh dari Universitas Gadjah Mada Gelar Magister Sains diperoleh dari Institut Pertanian Bogor pada tahun 2006. Ia bekerja di UNSRAT di Program Studi Matematika sebagai pengajar akademik tetap UNSRAT.

John S Kekenusa (johnskekenusa@unsrat.ac.id)

Lahir di Tuhuna tanggal 24 Agustus 1958. Pada tahun 1982 mendapatkan gelar sarjana yang diperoleh dari Fakultas Perikanan Universitas Sam Ratulangi Manado. Pada tahun 1988 mendapatkan gelar magister Statistika Terapan di Institut Pertanian Bogor, dan pada tahun 2006 mendapatkan gelar doktor yang diperoleh dari MIPA, UNAIR Surabaya. Jabatan Akademik Profesor (Guru Besar, Statistika) sejak tahun 2007.