

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

Penerapan algoritma *Fuzzy C-Means* pada penelitian ini menghasilkan 2 *cluster* dari dataset yang dilakukan pengujian yaitu *cluster* baik dan *cluster* kurang baik. Dimana sebelum menghasilkan kedua *cluster* tersebut, dataset akan melalui proses perhitungan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* dan pengujian dengan Matlab. Dataset mentah yang diperoleh dari Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara akan dilakukan *preprocessing* data menggunakan *software* Microsoft Excel. *Preprocessing* data tersebut meliputi penyusunan data, seleksi atribut, serta pembersihan data menggunakan *software* IBM SPSS Statistics untuk menghilangkan data kosong (*missing value*) sehingga hasil dari klasterisasi dataset akan lebih optimal.

Sebanyak 974 data yang diperoleh setelah dilakukan pembersihan data menggunakan *software* IBM SPSS Statistics, data tersebut menjadi 894 data. Setelah didapatkan dataset yang sebelumnya telah dilakukan *preprocessing* data. Kemudian dataset dilakukan perhitungan dengan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* dan pengujian menggunakan Matlab. Didapatkan hasil klasterisasi produksi larva udang vaname sebanyak 569 data kategori *cluster* 1 (baik) dan 325 data kategori *cluster* 2 (kurang baik).

Dari hasil klasterisasi akan dievaluasi dan divalidasi menggunakan *Davies Bouldin Index* (DBI) didapatkan nilai sebesar 0.6357. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penerapan algoritma *Fuzzy C-Means* terhadap dataset hasil produksi larva udang vaname menghasilkan klasterisasi yang optimal atau baik.

Penerapan algoritma *Fuzzy C-Means* terhadap hasil produksi larva udang vaname dapat meningkatkan hasil produksi dengan kualitas baik sebesar 10%. Jadi dapat disimpulkan bahwa dengan jenis data yang sama didapatkan algoritma yang dapat mengelompokkan data secara optimal yaitu algoritma *Fuzzy C-Means*. Oleh sebab itu, kelebihan dari algoritma yang telah dijabarkan sebelumnya, yaitu dalam implementasi penyelesaian masalah dapat memahami karakteristik data

yang tidak dapat didefinisikan serta mempunyai kemampuan dalam mengelompokkan data yang besar. Setelah dilakukan pengujian langsung terhadap dataset, berdasarkan kelebihan yang telah disebutkan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa algoritma *Fuzzy C-Means* dapat diimplementasikan pada karakteristik data yang tidak dapat didefinisikan serta kemampuan pengelompokkan data dengan jumlah besar didapatkan hasil pengelompokkan yang optimal.

## **4.2 Pembahasan**

Pada penelitian ini menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* untuk mengklusterkan hasil produksi larva udang vaname dengan 4 tahapan yang dilakukan. Keempat tahapan tersebut antara lain tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data awal, tahap pengujian metode Algoritma *Fuzzy C-Means*, serta tahap evaluasi dan validasi. Adapun penjelasan lebih lengkap terkait tahapan penelitian akan diuraikan sebagai berikut.

### **4.2.1 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Dimana peneliti melakukan observasi serta wawancara mengenai hasil produksi larva udang vaname. Sebanyak 974 data diperoleh dalam bentuk data mentah yang belum diolah. Data tersebut diambil dari data hasil produksi udang vaname dari tahun 2018 – 2020, yang terdiri dari 974 data yang belum diketahui hasil klusterisasinya.

### **4.2.2 Pengolahan Data Awal**

Dari tahap pengumpulan data yang memperoleh data sebanyak 974 data serta memiliki 5 atribut yaitu tanggal panen, induk udang matang telur, induk udang dibuahi, telur, dan larva udang usia kurang dari 48 jam. Data yang telah diperoleh tersebut kemudian dilakukan *preprocessing* data untuk membersihkan data ataupun atribut yang kurang sesuai yang akan mempengaruhi hasil yang akan didapatkan, dengan penjelasan sebagai berikut :

#### 4.2.2.1 Penyusunan Data

Data mentah yang belum diolah akan disusun sesuai dengan atribut yang ada menggunakan *software* Microsoft Excel. Adapun atribut yang terdapat pada data awal adalah tanggal panen, induk udang matang telur, induk udang dibuahi, telur, dan larva usia kurang dari 48 jam. Tipe data dari masing masing atribut dapat dilihat pada tabel 4.1 sedangkan hasil penyusunan yang telah dilakukan dapat dilihat pada gambar 4.1, sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Tipe Data

No	Atribut	Tipe Data	Role
1	Tanggal Panen	Date	ID
2	Induk Udang Matang Telur	Float	
3	Induk Udang Dibuahi	Float	
4	Telur	Float	
5	Larva Udang Usia < 48 Jam	Float	

Tabel 4. 2 Hasil Penyusunan Data

No	Tanggal	Matang Telur	Dibuahi	Telur	Nopli
1	01-02-2018	90	30	5.3	5
2	02-02-2018	92	24	4.8	4
3	03-02-2018	105	46	9	8
4	04-02-2018	88	31	6.5	5
5	05-02-2018	68	26	3.9	3.5
:	:	:	:	:	:
881	18-12-2020	108	73	5.5	4
882	19-12-2020	128	77	4	3
883	20-12-2020	129	69	4.5	3.675
884	21-12-2020	146	85	4.5	4
885	22-12-2020	135	68	5	4
886	23-12-2020	105	50	4	3
887	24-12-2020	115	74	3.5	2

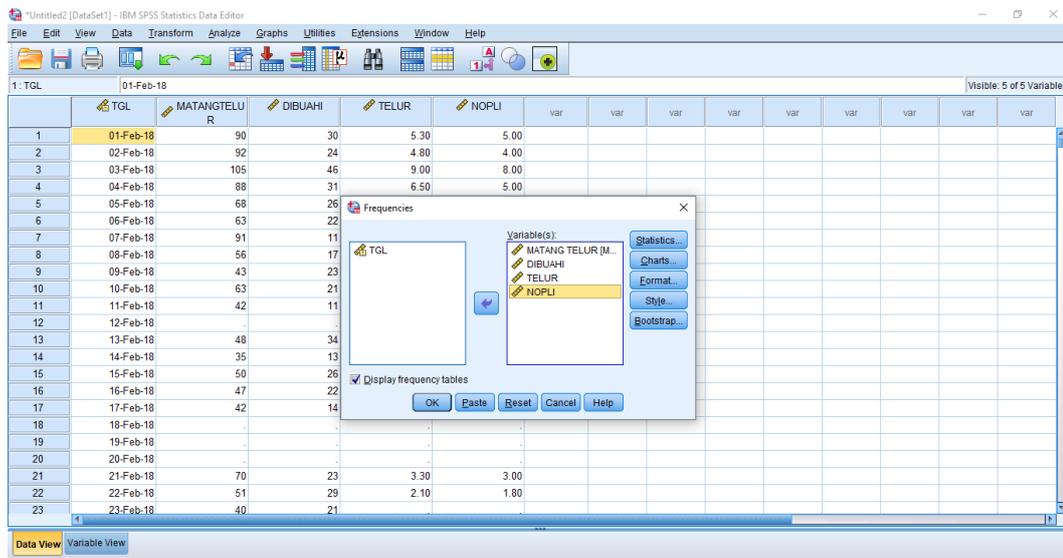
888	25-12-2020	128	73	4	3
889	26-12-2020	84	64	5	3
890	27-12-2020	90	56	4	2.5
891	28-12-2020	132	66	3	2.5
892	29-12-2020	143	74	3	2
893	30-12-2020	135	68	4.5	3.8
894	31-12-2020	106	66	4	3

#### 4.2.2.2 Seleksi Atribut

Tahapan ini dilakukan untuk mengambil variabel tertentu dari semua atribut pada data awal. Seleksi atribut digunakan untuk mengidentifikasi beberapa atribut dalam kumpulan data yang sama pentingnya dan menghilangkan atribut lainnya yang tidak digunakan atau tidak relevan yang akan berpengaruh dalam perhitungan. Pada penelitian ini variabel yang digunakan yaitu induk udangmatang telur, induk udang dibuahi, telur, dan larva udang usia < 48 jam. Atribut yang digunakan menunjukkan bahwa atribut tersebut merupakan atribut yang paling informatif atau dengan kata lain paling relevan terhadap klusterisasi yang akan dilakukan.

#### 4.2.2.3 Pembersihan Data

Setelah melakukan tahapan penyusunan data serta seleksi atribut menggunakan *software* Microsoft Excel kemudian dilakukan penghapusan data kosong (*missing value*), data yang kurang sesuai serta data yang tidak digunakan dengan *software* IBM SPSS Statistis versi 25. Setelah data diimport kedalam *software* IBM SPSS Statistics dengan format file Microsoft Excel. Kemudian untuk menguji data yang kosong (*missing value*) menggunakan operator *Analyze* untuk, *Descriptive Statistics* untuk, serta *Frequencies*. Pada *Frequencies* dilakukan pemindahan atribut matang telur, dibuahi, telur dan nopli ke dalam *variables(s)* yang dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Seleksi Data

IBM SPSS Statistic akan menampilkan jumlah data *valid* dan data *missing* pada data produksi larva udang vaname, dihasilkan sebanyak 905 data *valid* dan 69 data *missing* yang ditampilkan dalam sebuah tabel *statistics* pada gambar 4.2 sebagai berikut.

```

Your temporary usage period for IBM SPSS Statistics will expire in 5307 days.

NEW FILE.
DATASET NAME DataSet1 WINDOW=FRONT.

GET DATA
  /TYPE=XLSX
  /FILE='D:\KULIAH\SEMANGAT SKRIPSI\SKRIPSI MAISA\DATA\DATA OKEL.xlsx'
  /SHEET=name 'Sheet1'
  /CELLRANGE=FULL
  /READNAMES=ON
  /DATATYPEMIN PERCENTAGE=95.0
  /HIDDEN IGNORE=YES.
EXECUTE.
DATASET NAME DataSet2 WINDOW=FRONT.
FREQUENCIES VARIABLES=MATANGTELU DIBUAHI TELUR NOPLI
  /ORDER=ANALYSIS.

```

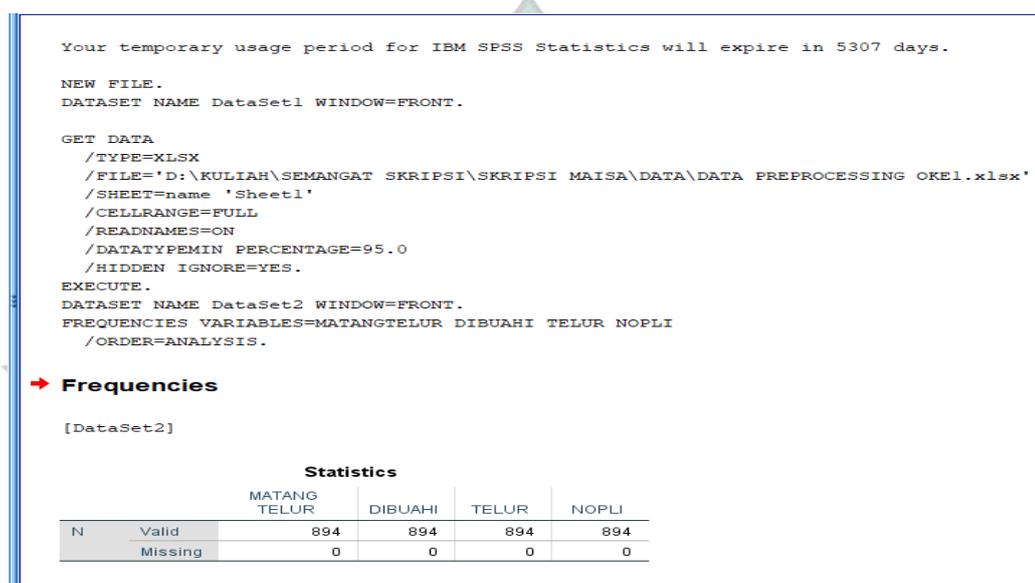
→ **Frequencies**

[DataSet2]

		Statistics			
		MATANG TELUR	DIBUAHI	TELUR	NOPLI
N	Valid	905	904	896	894
	Missing	69	70	78	80

Gambar 4. 2 Jumlah Data *Missing*

Setelah mengetahui data yang kosong (*missing value*) maka dilakukan penghapusan data yang terdapat pada Microsoft Excel. Pembersihan data *missing* yang telah dilakukan, data awal yang semula berjumlah 974 data menjadi 894 data. Hasil pembersihan data *missing* dapat dilihat pada gambar 4.3, pada tabel *statistics* tertera bahwa jumlah data *valid* 894 data dan jumlah data *missing* 0 data, maka atribut tersebut sudah bersih dari data *missing*.



Your temporary usage period for IBM SPSS Statistics will expire in 5307 days.

```

NEW FILE.
DATASET NAME DataSet1 WINDOW=FRONT.

GET DATA
  /TYPE=XLSX
  /FILE='D:\KULIAH\SEMANGAT SKRIPSI\SKRIPSI MAISA\DATA\DATA PREPROCESSING OK1.xlsx'
  /SHEET=name 'Sheet1'
  /CELLRANGE=FULL
  /READNAMES=ON
  /DATATYPEMIN PERCENTAGE=95.0
  /HIDDEN IGNORE=YES.
EXECUTE.
DATASET NAME DataSet2 WINDOW=FRONT.
FREQUENCIES VARIABLES=MATANGTELUR DIBUAHI TELUR NOPLI
  /ORDER=ANALYSIS.

```

→ **Frequencies**

[DataSet2]

		Statistics			
		MATANG TELUR	DIBUAHI	TELUR	NOPLI
N	Valid	894	894	894	894
	Missing	0	0	0	0

Gambar 4. 3 Jumlah Data Seletah Proses Seleksi

#### 4.2.3 Algoritma *Fuzzy C-Means*

Penerapan algoritma *Fuzzy C-Means* dalam penelitian ini dilakukan pada *software* Microsoft Excel untuk meng*cluster* hasil produksi larva udang vaname. Kemudian dilakukan pengujian menggunakan Matlab untuk mencocokkan hasil dari klasterisasi yang telah dihasilkan antara Microsoft Excel dan Matlab. Data yang digunakan untuk pengujian Matlab merupakan data yang telah dilakukan *preprocessing* pada Microsoft Excel. Berikut ini merupakan dataset penelitian yang akan diimplementasikan terhadap algoritma *Fuzzy C-Means*:

Tabel 4. 3 Dataset

<b>No</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Matang Telur</b>	<b>Dibuahi</b>	<b>Telur</b>	<b>Nopli</b>	<b>Cluster</b>
1	01-02-2018	90	30	5.3	5	?
2	02-02-2018	92	24	4.8	4	?
3	03-02-2018	105	46	9	8	?
4	04-02-2018	88	31	6.5	5	?
5	05-02-2018	68	26	3.9	3.5	?
:	:	:	:	:	:	:
881	18-12-2020	108	73	5.5	4	?
882	19-12-2020	128	77	4	3	?
883	20-12-2020	129	69	4.5	3.675	?
884	21-12-2020	146	85	4.5	4	?
885	22-12-2020	135	68	5	4	?
886	23-12-2020	105	50	4	3	?
887	24-12-2020	115	74	3.5	2	?
888	25-12-2020	128	73	4	3	?
889	26-12-2020	84	64	5	3	?
890	27-12-2020	90	56	4	2.5	?
891	28-12-2020	132	66	3	2.5	?
892	29-12-2020	143	74	3	2	?
893	30-12-2020	135	68	4.5	3.8	?
894	31-12-2020	106	66	4	3	?

#### 4.2.3.1 Menetapkan Variabel

Menetapkan variabel yang digunakan sebagai acuan untuk hasil klusterisasi dari data hasil produksi larva udang vaname dapat dilihat pada tabel 4.3 , sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Komponen Perhitungan

No	Komponen Perhitungan	Keterangan
1	Jumlah <i>cluster</i> ( <i>c</i> )	2
2	Pangkat matriks partisi ( <i>w</i> )	2
3	Maksimum iterasi	100
4	Error terkecil	0.5
5	Fungsi objektif awal	0
6	Iterasi awal	1

#### 4.2.3.2 Membangkitkan Matriks Partisi Awal $\mu_{ik}$

Setelah menetapkan variabel yang akan digunakan, selanjutnya membangkitkan bilangan random berupa matriks yang sesuai dengan jumlah data dan *cluster* yang telah ditentukan. Berikut adalah matriks partisi awal yang telah ditentukan :

$$U = \begin{bmatrix} 0.0975 & 0.9025 \\ 0.2785 & 0.7215 \\ 0.5469 & 0.4531 \\ 0.9575 & 0.0425 \\ 0.9649 & 0.0351 \\ : & : \\ 0.0540 & 0.946 \\ 0.5308 & 0.4692 \\ 0.7792 & 0.2208 \\ 0.9340 & 0.066 \\ 0.1299 & 0.8701 \\ 0.5688 & 0.4312 \\ 0.4694 & 0.5306 \\ 0.0119 & 0.9881 \\ 0.3371 & 0.6629 \\ 0.1622 & 0.8378 \\ 0.7943 & 0.2057 \\ 0.3112 & 0.6888 \\ 0.5285 & 0.4715 \\ 0.1656 & 0.8344 \end{bmatrix}$$

#### 4.2.3.3 Menghitung Pusat Cluster

Setelah mendapatkan matriks partisi awal, selanjutnya adalah melakukan perhitungan pusat *cluster* yang dilakukan pada software Microsoft Excel yang nantinya digunakan untuk menghitung fungsi objektif. Berikut adalah perhitungan setiap *cluster* :

1. Perhitungan jumlah data pertama *cluster* pertama

$$\begin{aligned}
 V_{1,1} &= \frac{\sum_{i=1}^{850} (\mu_{ik1})^2 * X_1}{\sum_{i=1}^{850} (\mu_{ik1})^2} \\
 &= \frac{[(0.0975^2 \times 90) + (0.2785^2 \times 92) + (0.5469^2 \times 105) + \dots + (0.7943^2 \times 132) + (0.3112^2 \times 142) + (0.5285^2 \times 135) + (0.1656^2 \times 106)]}{[0.0975^2 + 0.2785^2 + 0.5469^2 + \dots + 0.7943^2 + 0.3112^2 + 0.5285^2 + 0.1656^2]} \\
 &= \frac{23659.2991}{290.8521} \\
 &= 81.3447
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan jumlah data kedua *cluster* pertama

$$\begin{aligned}
 V_{1,2} &= \frac{\sum_{i=1}^{850} (\mu_{ik1})^w * X_2}{\sum_{i=1}^{850} (\mu_{ik1})^w} \\
 &= \frac{[(0.0975^2 \times 30) + (0.2785^2 \times 24) + (0.5469^2 \times 46) + \dots + (0.7943^2 \times 66) + (0.3112^2 \times 74) + (0.5285^2 \times 68) + (0.1656^2 \times 66)]}{[0.0975^2 + 0.2785^2 + 0.5469^2 + \dots + 0.7943^2 + 0.3112^2 + 0.5285^2 + 0.1656^2]} \\
 &= \frac{12221.5243}{290.852} \\
 &= 42.0197
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan jumlah data ketiga *cluster* pertama

$$\begin{aligned}
 V_{1,3} &= \frac{\sum_{i=1}^{850} (\mu_{ik1})^w * X_3}{\sum_{i=1}^{850} (\mu_{ik1})^w} \\
 &= \frac{[(0.0975^2 \times 5.3) + (0.2785^2 \times 4.8) + (0.5469^2 \times 9) + \dots + (0.7943^2 \times 3) + (0.3112^2 \times 3) + (0.5285^2 \times 4.5) + (0.1656^2 \times 4)]}{[0.0975^2 + 0.2785^2 + 0.5469^2 + \dots + 0.7943^2 + 0.3112^2 + 0.5285^2 + 0.1656^2]} \\
 &= \frac{1439.7105}{290.8521} \\
 &= 4.9499
 \end{aligned}$$

4. Perhitungan jumlah data keempat *cluster* pertama

$$\begin{aligned}
 V_{1,4} &= \frac{\sum_{i=1}^{850} (\mu_{ik1})^w * X_4}{\sum_{i=1}^{850} (\mu_{ik1})^w} \\
 &= \frac{[(0.0975^2 \times 5) + (0.2785^2 \times 4) + (0.5469^2 \times 8) + \dots + (0.7943^2 \times 2.5) + (0.3112^2 \times 2) + (0.5285^2 \times 3.8) + (0.1656^2 \times 3)]}{[0.0975^2 + 0.2785^2 + 0.5469^2 + \dots + 0.7943^2 + 0.3112^2 + 0.5285^2 + 0.1656^2]} \\
 &= \frac{1245.5679}{290.8521} \\
 &= 4.2824
 \end{aligned}$$

5. Perhitungan jumlah data pertama *cluster* kedua

$$\begin{aligned}
 V_{2,1} &= \frac{\sum_{i=1}^{850} (\mu_{ik2})^2 * X_1}{\sum_{i=1}^{850} (\mu_{ik2})^2} \\
 &= \frac{[(0.9025^2 \times 90) + (0.7215^2 \times 92) + (0.4531^2 \times 105) + \dots + (0.2057^2 \times 132) + (0.6888^2 \times 142) + (0.4715^2 \times 135) + (0.8344^2 \times 106)]}{[0.9025^2 + 0.7215^2 + 0.4531^2 + \dots + 0.2057^2 + 0.6888^2 + 0.4715^2 + 0.8344^2]} \\
 &= \frac{25513.45}{301.7335} \\
 &= 84.5562
 \end{aligned}$$

6. Perhitungan jumlah data kedua *cluster* kedua

$$\begin{aligned}
 V_{2,2} &= \frac{\sum_{i=1}^{850} (\mu_{ik2})^w * X_2}{\sum_{i=1}^{850} (\mu_{ik2})^w} \\
 &= \frac{[(0.9025^2 \times 30) + (0.7215^2 \times 24) + (0.4531^2 \times 46) + \dots + (0.2057^2 \times 66) + (0.6888^2 \times 74) + (0.4715^2 \times 68) + (0.8344^2 \times 66)]}{[0.9025^2 + 0.7215^2 + 0.4531^2 + \dots + 0.2057^2 + 0.6888^2 + 0.4715^2 + 0.8344^2]} \\
 &= \frac{13447.48}{301.7335} \\
 &= 44.5674
 \end{aligned}$$

7. Perhitungan jumlah data ketiga *cluster* kedua

$$\begin{aligned}
 V_{2,3} &= \frac{\sum_{i=1}^{850} (\mu_{ik2})^w * X_3}{\sum_{i=1}^{850} (\mu_{ik2})^w} \\
 &= \frac{[(0.9025^2 \times 5.3) + (0.7215^2 \times 4.8) + (0.4531^2 \times 9) + \dots + (0.2057^2 \times 3) + (0.6888^2 \times 3) + (0.4715^2 \times 4.5) + (0.8344^2 \times 4)]}{[0.9025^2 + 0.7215^2 + 0.4531^2 + \dots + 0.2057^2 + 0.6888^2 + 0.4715^2 + 0.8344^2]} \\
 &= \frac{1559.215}{301.7355} \\
 &= 5.1675
 \end{aligned}$$

8. Perhitungan jumlah data keempat *cluster* kedua

$$\begin{aligned}
 V_{2,4} &= \frac{\sum_{i=1}^{850} (\mu_{ik2})^w * X_4}{\sum_{i=1}^{850} (\mu_{ik2})^w} \\
 &= \frac{[(0.9025^2 \times 5) + (0.7215^2 \times 4) + (0.4531^2 \times 8) + \dots + (0.2057^2 \times 2.5) + (0.6888^2 \times 2) + (0.4715^2 \times 3.8) + (0.8344^2 \times 3)]}{[0.9025^2 + 0.7215^2 + 0.4531^2 + \dots + 0.2057^2 + 0.6888^2 + 0.4715^2 + 0.8344^2]} \\
 &= 301.7335 \\
 &= 4.3909
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, maka diperoleh hasil pusat *cluster* sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Pusat *Cluster* Baru

Pusat <i>Cluster</i>	Udang Matang Telur	Udang Dibuahi	Telur	Larva Udang
<i>Cluster 1</i>	81.3447	42.0197	4.9499	4.2824
<i>Cluster 2</i>	84.5562	44.5674	5.1675	4.3909

#### 4.2.3.4 Menghitung Fungsi Objektif

Setelah melakukan perhitungan pusat *cluster*, tahapan berikutnya adalah menghitung fungsi objektif. Berikut adalah perhitungan untuk mengetahui nilai fungsi objektif.

$$\begin{aligned}
 P_t &= \sum_{i=1}^{850} \sum_{k=1}^2 \left( \left[ \sum_{j=1}^4 (X_{1,2,3,4} - V_{(1,1),(1,2),(1,3),(1,4),(2,1),(2,2),(2,3),(2,4)})^2 (\mu_{ik1,2})^2 \right] \right) \\
 &= \sum_{i=1}^{850} ([((90 - 81.3447)^2 + (30 - 42.0197)^2 + (5.3 - 4.9499)^2 + \\
 &\quad (90 - 81.3447)^2)(0.0975)^2] + [((90 - 84.5562)^2 + (30 - 44.5674)^2 + \\
 &\quad (5.3 - 5.1675)^2 + (90 - 4.3909)^2)(0.9025)^2]) \\
 &= 199.3914 + 283.2005 + 273.0605 + \dots + 210121.131 + 2504.5587 + \\
 &\quad 2504.5587 + 1680.6929 + 674.7681 \\
 &= 1945056.387
 \end{aligned}$$

#### 4.2.3.5 Menghitung Matriks Partisi Baru

Tahapan ini dilakukan setelah melakukan perhitungan terhadap nilai fungsi objektif. Dengan melakukan perhitungan perubahan terhadap matriks partisi baru yang dicontohkan pada data pertama, dengan rumus sebagai berikut :

$$\mu_{ik1} = \frac{\left[ \sum_{j=1}^4 \left( (X_{1,2,3,4} - V_{(1,1),(1,2),(1,3),(1,4)})^2 \right) \right]^{\frac{-1}{2-1}}}{\sum_{k=1}^2 \left[ \sum_{j=1}^4 \left( (X_{1,2,3,4} - V_{(1,1),(1,2),(1,3),(1,4),(2,1),(2,2),(2,3),(2,4)})^2 \right) \right]^{\frac{-1}{2-1}}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{((90-81.3447)^2+(30-42.0197)^2+(5.3-4.9499)^2+(90-81.3447)^2)^{-1}}{((90-81.3447)^2+(30-42.0197)^2+(5.3-4.9499)^2+(90-81.3447)^2)^{-1}+} \\
&\quad \frac{((90-84.5562)^2+(30-44.5674)^2+(5.3-5.1675)^2+(90-4.3909)^2)^{-1}}{0.0045} \\
&= \frac{0.0045}{0.0045+0.0041} \\
&= 0.5240
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mu_{ik2} &= \frac{\left[ \sum_{j=1}^4 \left( (X_{1,2,3,4} - V_{(2,1),(2,2),(2,3),(2,4)})^2 \right) \right]^{-1}}{\sum_{k=1}^2 \left[ \sum_{j=1}^4 \left( (X_{1,2,3,4} - V_{(1,1),(1,2),(1,3),(1,4),(2,1),(2,2),(2,3),(2,4)})^2 \right) \right]^{-1}} \\
&= \frac{((90-84.5562)^2+(30-44.5674)^2+(5.3-5.1675)^2+(90-4.3909)^2)^{-1}}{((90-81.3447)^2+(30-42.0197)^2+(5.3-4.9499)^2+(90-81.3447)^2)^{-1}+} \\
&\quad \frac{((90-84.5562)^2+(30-44.5674)^2+(5.3-5.1675)^2+(90-4.3909)^2)^{-1}}{0.0041} \\
&= \frac{0.0041}{0.0045+0.0041} \\
&= 0.4759
\end{aligned}$$

#### 4.2.3.6 Mengecek Kondisi Berhenti

Setelah mendapatkan hasil perhitungan fungsi objektif dan matriks partisi baru. Kemudian melakukan tahapan pengecekan kondisi berhenti dengan melakukan pengurangan antar fungsi objektif. Dalam mengecek kondisi berhenti ini apabila nilai eror terkecil atau maksimum iterasi sudah didapatkan maka proses klasterisasi telah selesai. Namun, ketika nilai eror terkecil belum tercapai maka melakukan kembali proses perhitungan pada pusat *cluster*. Dari perhitungan yang telah dilakukan pada iterasi pertama, didapatkan nilai kondisi berhenti ( $|P_t - P_{t-1}| < \zeta$ ). Karena  $|P_1 - P_{1-1}| > \zeta$  yaitu 1575240.397 maka mengulangi perhitungan dari langkah ke 4 sampai pada iterasi terakhir dimana kondisi telah berhenti dengan menggunakan *matriks U* baru yang telah diperoleh pada langkah sebelumnya.

Berikut merupakan hasil pengelompokkan berdasarkan derajat keanggotaan pada iterasi terakhir yaitu iterasi ke-18 dengan nilai  $|P_{18} - P_{17}| < \zeta$  yaitu 0.5527.

Tabel 4. 6 Hasil *Clustering* Dataset

Data Ke-	Derajat Keanggotaan		Cluster
	Cluster 1	Cluster 2	
1	0.707964	0.292036	1
2	0.70875	0.29125	1
3	0.298112	0.701888	2
4	0.733176	0.266824	1
5	0.963025	0.036975	1
:	:	:	:
881	0.098634	0.901366	2
882	0.007867	0.992133	2
883	0.002318	0.997682	2
884	0.032996	0.967004	2
885	0.0027	0.9973	2
886	0.260729	0.739271	2
887	0.048266	0.951734	2
888	0.003971	0.996029	2
889	0.49486	0.50514	2
890	0.466614	0.533386	2
891	0.00557	0.99443	2
892	0.015387	0.984613	2
893	0.002976	0.997024	2
894	0.136803	0.863197	2

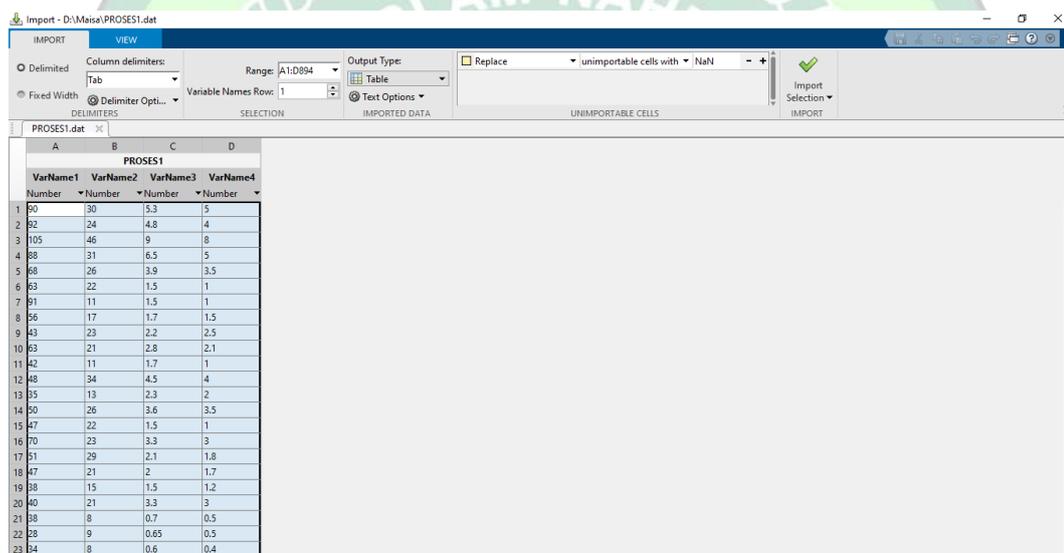
Tabel 4. 7 Jumlah Data per *Cluster*

No	Cluster	Jumlah Data
1	Cluster 1	569 data
2	Cluster 2	325 data

Pada tabel diatas terlihat bahwa terdapat 569 data hasil produksi larva udang vaname yang masuk pada kategori tinggi (*cluster* 1) dan 325 data hasil produksi larva udang vaname yang masuk pada kategori rendah (*cluster* 2) dimana perbedaan hasil pengelompokkan tersebut disebabkan oleh berbagai macam factor yang mempengaruhi produksi larva udang vaname.

#### 4.2.4 Pengujian Matlab

Data yang sebelumnya telah dilakukan *preprocessing* menggunakan Microsoft Excel. Kemudian akan dilakukan pengujian dengan Matlab. Untuk pengujian dengan menggunakan Matlab, dataset diimport pada Matlab yang dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut ini :

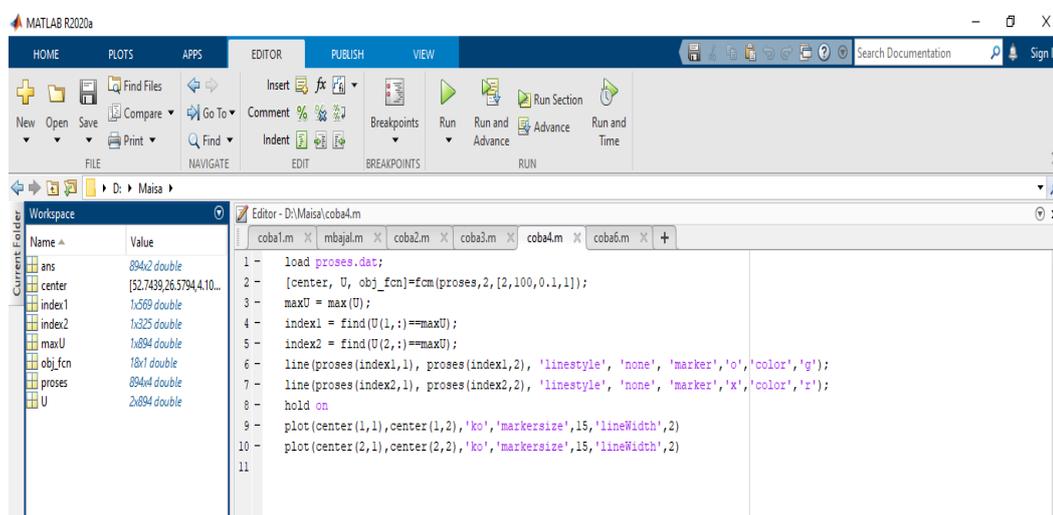


	VarName1	VarName2	VarName3	VarName4
1	80	30	5.3	5
2	92	24	4.8	4
3	105	46	9	8
4	88	31	6.5	5
5	68	26	3.9	3.5
6	63	22	1.5	1
7	81	11	1.5	1
8	56	17	1.7	1.5
9	43	23	2.2	2.5
10	63	21	2.8	2.1
11	42	11	1.7	1
12	40	34	4.5	4
13	55	13	2.3	2
14	60	26	3.6	3.5
15	47	22	1.5	1
16	70	23	3.3	3
17	51	29	2.1	1.8
18	47	21	2	1.7
19	38	15	1.5	1.2
20	40	21	3.3	3
21	38	8	0.7	0.5
22	28	9	0.65	0.5
23	34	8	0.6	0.4

Gambar 4. 4 Import Data

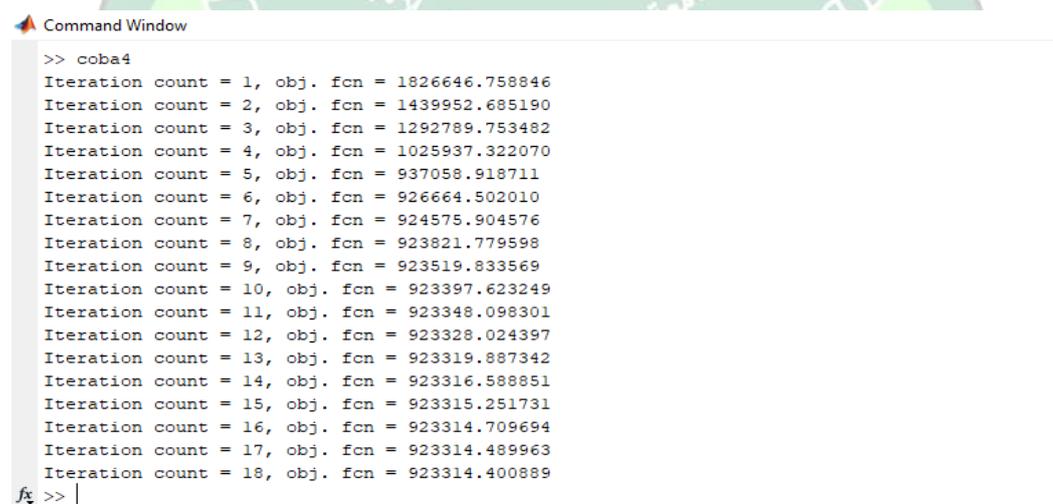
Setelah dataset diimport kedalam Matlab, source code akan ditulis dengan menambahkan fungsi FCM. Penambahan fungsi FCM tersebut digunakan menentukan nilai pusat *cluster* yang dihasilkan, matriks partisi yang berisi nilai keanggotaan terakhir yang dihasilkan, nilai fungsi objektif selama iterasi, matriks data yang akan di*cluster* serta beberapa opsi seperti eksponen untuk matriks partisi U, jumlah maksimal iterasi, nilai eror terkecil, dan informasi tampilan

setiap iterasi. Untuk penulisan source code dapat dilihat pada gambar 4.5 sebagai berikut.



Gambar 4. 5 Pengujian Matlab

Hasil dari pengujian menggunakan Matlab akan digunakan untuk melihat perbandingan iterasi dan nilai pusat *cluster* antara perhitungan algoritma *Fuzzy C-Means* yang dilakukan pada *software* Microsoft Excel dan pengujian dengan Matlab. Berikut merupakan jumlah iterasi, pusat centroid, serta derajat keanggotaan yang dihasilkan dari pengujian menggunakan Matlab.



Gambar 4. 6 Jumlah Iterasi

```

Command Window
>> center

center =

    52.7439    26.5794    4.1061    3.4848
   131.7064    70.7642    6.4421    5.5463

fx >>

```

Gambar 4. 7 Centroid

```

Command Window
>> u'

ans =

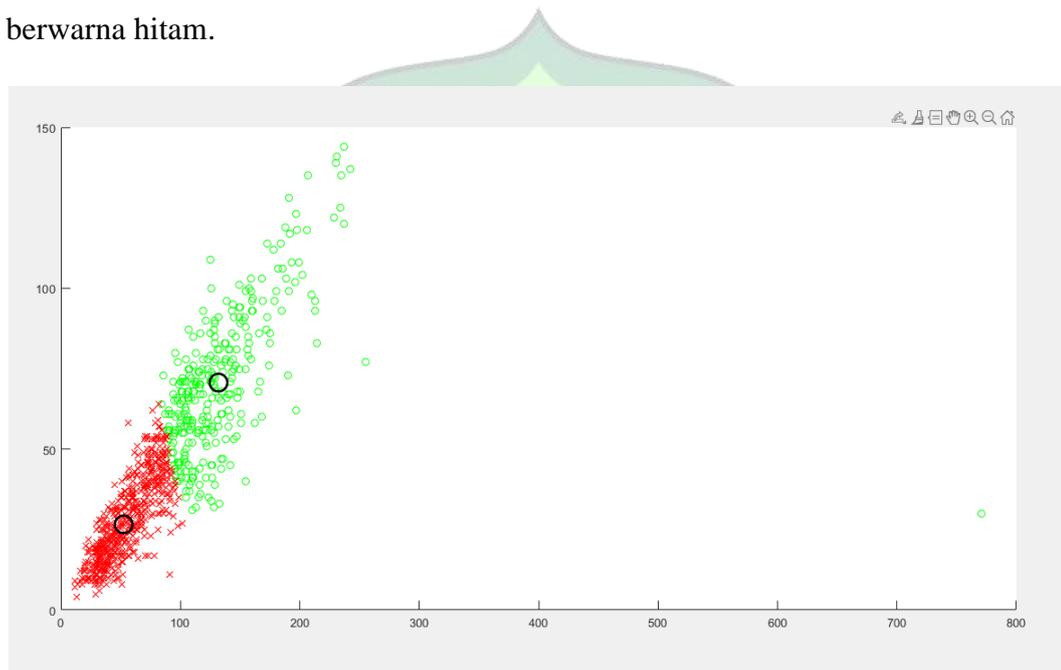
    0.7080    0.2920
    0.7088    0.2912
    0.2981    0.7019
    0.7332    0.2668
    0.9630    0.0370
    0.9809    0.0191
    0.7542    0.2458
    0.9872    0.0128
    0.9891    0.0109
    0.9810    0.0190
    0.9692    0.0308
    0.9908    0.0092
    0.9618    0.0382
    0.9991    0.0009
    0.9931    0.0069
    0.9515    0.0485
    0.9981    0.0019
    0.9926    0.0074
    0.9704    0.0296
    0.9825    0.0175
    0.9564    0.0436
    0.9395    0.0605
    0.9496    0.0504
    0.9537    0.0463
    0.9417    0.0583
    0.9747    0.0253
    0.9731    0.0269
    0.9904    0.0096
    0.9810    0.0190
    0.9977    0.0023
    0.9634    0.0366
    0.9872    0.0128
    0.9746    0.0254
    0.9403    0.0597

fx

```

Gambar 4. 8 Derajat Keanggotaan

Grafik hasil klasterisasi pada pengujian menggunakan Matlab dapat dilihat pada gambar 4.9. Berdasarkan grafik tersebut, produksi larva udang vaname dengan kategori *cluster* 1 (baik) ditunjukkan dengan tanda silang berwarna merah. Sedangkan produksi larva udang vaname dengan kategori *cluster* 2 (kurang baik) ditunjukkan dengan tanda lingkaran kecil berwarna hijau. Untuk pusat centroid yang dihasilkan oleh masing-masing *cluster* ditunjukkan dengan tanda lingkaran berwarna hitam.



Gambar 4. 9 Hasil Klasterisasi

Keterangan :

Sumbu x : Irisan *cluster* (1,1) dan (1,2)

Sumbu y : Irisan *cluster* (2,1) dan (2,2)

Warna merah : *Cluster* 1

Warna hijau : *Cluster* 2

Lingkaran : Pusat *Cluster*

Adapun hasil *cluster* 1 dan *cluster* 2 dari pengujian menggunakan Matlab dapat dilihat pada tabel 4.7, sebagai berikut.

Tabel 4. 8 Hasil Derajat Keanggotaan dan *Clustering* Dataset dengan Matlab

No	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	Derajat Keanggotaan		Cluster
					$c_1$	$c_2$	
1	90	30	5.3	5	0.708	0.292	1
2	92	24	4.8	4	0.7088	0.2912	1
3	105	46	9	8	0.2981	0.7019	2
4	88	31	6.5	5	0.7332	0.2668	1
5	68	26	3.9	3.5	0.963	0.037	1
:	:	:	:	:	:	:	:
881	108	73	5.5	4	0.0986	0.9014	2
882	128	77	4	3	0.0079	0.9921	2
883	129	69	4.5	3.675	0.0023	0.9977	2
884	146	85	4.5	4	0.033	0.967	2
885	135	68	5	4	0.0027	0.9973	2
886	105	50	4	3	0.2608	0.7392	2
887	115	74	3.5	2	0.0483	0.9517	2
888	128	73	4	3	0.004	0.996	2
889	84	64	5	3	0.4949	0.5051	2
890	90	56	4	2.5	0.4666	0.5334	2
891	132	66	3	2.5	0.0056	0.9944	2
892	143	74	3	2	0.0154	0.9846	2
893	135	68	4.5	3.8	0.003	0.997	2
894	106	66	4	3	0.1368	0.8632	2

Keterangan :

$x_1$  : Indukan udang matang telur

$x_2$  : Indukan udang dibuahi

$x_3$  : Telur

$x_4$  : Larva udang usia  $\leq 48$  jam

$c_1$  : Cluster 1

$c_2$  : Cluster 2

Untuk hasil klasterisasi pada pengujian menggunakan Matlab, dapat dilihat pada tabel:

Tabel 4. 9 Hasil Klasterisasi dengan Matlab

No	Cluster	Jumlah Data
1	Cluster 1	569 data
2	Cluster 2	325 data

#### 4.2.5 Evaluasi dan Validasi

Setelah proses perhitungan yang dilakukan pada *software* Microsoft Excel dan pengujian menggunakan Matlab menghasilkan 2 buah *cluster*, tahapan selanjutnya yang dilakukan adalah menghitung nilai validitas *cluster* menggunakan Davies Bouldin Index (DBI). Untuk hasil *clustering* disajikan pada Tabel 4.9, sedangkan centroid akhir disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Hasil *Clustering* Dataset

Data Ke-	Derajat Keanggotaan		Cluster
	Cluster 1	Cluster 2	
1	0.707964	0.292036	1
2	0.70875	0.29125	1
3	0.298112	0.701888	2
4	0.733176	0.266824	1
5	0.963025	0.036975	1
:	:	:	:
881	0.098634	0.901366	2
882	0.007867	0.992133	2
883	0.002318	0.997682	2
884	0.032996	0.967004	2

885	0.0027	0.9973	2
886	0.260729	0.739271	2
887	0.048266	0.951734	2
888	0.003971	0.996029	2
889	0.49486	0.50514	2
890	0.466614	0.533386	2
891	0.00557	0.99443	2
892	0.015387	0.984613	2
893	0.002976	0.997024	2
894	0.136803	0.863197	2

Tabel 4. 11 Centroid Akhir Dataset

Centroid	Udang	Udang	Telur	Larva
	Matang Telur	Dibuahi		Udang
<b>Cluster 1</b>	52.7428	26.5788	4.1060	3.4846
<b>Cluster 2</b>	131.7042	70.7630	6.4420	5.5462

Setelah mendapatkan hasil *cluster 1* dan *cluster 2*, selanjutnya mengitung jarak masing-masing data menggunakan rumus *Euclidean Distance* yang dilakukan pada *software* Microsoft Excel untuk mengetahui *cluster* yang dihasilkan optimal atau tidak. Berikut adalah perhitungan masing-masing data yang dicontohkan pada beberapa data dari *cluster* pertama dan *cluster* kedua:

1. Perhitungan data pertama *cluster* pertama

$$\begin{aligned}
 d(x_1, c_1) &= \sqrt{(90 - 52.7428)^2 + (30 - 26.5788)^2 + (5.3 - 4.1060)^2 + (5 - 3.4846)^2} \\
 &= 37.4635
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan data kedua *cluster* pertama

$$d(x_2, c_1) = \sqrt{(92 - 52.7428)^2 + (24 - 26.5788)^2 + (4.8 - 4.1060)^2 + (4 - 3.4846)^2}$$

$$= 39.3512$$

3. Perhitungan data ketiga *cluster* pertama

$$d(x_3, c_1) = \sqrt{(88 - 52.7428)^2 + (31 - 26.5788)^2 + (6.5 - 4.1060)^2 + (5 - 3.4846)^2}$$

$$= 35.6460$$

4. Perhitungan data pertama *cluster* kedua

$$d(x_1, c_2) = \sqrt{(105 - 131.7042)^2 + (46 - 70.7630)^2 + (9 - 6.4420)^2 + (8 - 5.5462)^2}$$

$$= 36.5907$$

5. Perhitungan data kedua *cluster* kedua

$$d(x_2, c_2) = \sqrt{(108 - 131.7042)^2 + (56 - 70.7630)^2 + (4.2 - 6.4420)^2 + (4 - 5.5462)^2}$$

$$= 28.0580$$

6. Perhitungan data ketiga *cluster* kedua

$$d(x_3, c_2) = \sqrt{(89 - 131.7042)^2 + (56 - 70.7630)^2 + (3.8 - 6.4420)^2 + (3.2 - 5.5462)^2}$$

$$= 45.3219$$

Setelah jarak data dengan centroid untuk *cluster* 1 dan *cluster* 2 didapatkan kemudian melakukan perhitungan nilai SSW. Untuk nilai SSW dari masing masing *cluster* dilakukan perhitungan sebagai berikut:

1. Nilai SSW *cluster* 1

$$\begin{aligned} SSW_1 &= \frac{1}{569} (d(x_1, c_1) + d(x_2, c_1) + d(x_3, c_1) + \dots + d(x_{568}, c_1) + d(x_{569}, c_1)) \\ &= \frac{1}{569} (37.4635 + 39.3512 + 35.6960 + \dots + 40.2745 + 17.7701) \\ &= 22.3368 \end{aligned}$$

2. Nilai SSW *cluster* 2

$$\begin{aligned} SSW_2 &= \frac{1}{325} (d(x_1, c_2) + d(x_2, c_2) + d(x_3, c_2) + \dots + d(x_{324}, c_2) + d(x_{325}, c_2)) \\ &= \frac{1}{325} (36.5907 + 28.0580 + 45.3219 + \dots + 5.0316 + 26.3787) \\ &= 35.2232 \end{aligned}$$

Tabel 4. 12 Nilai SSW

Data	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	Cluster	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	Jarak	SSW
1	90	30	5.3	5	1	52.7428	26.5788	4.1060	3.4846	37.4635	22.3368
2	92	24	4.8	4	1					39.3512	
3	88	31	6.5	5	1					35.6460	
:	:	:	:	:	:					:	
568	88	46	3.1	2.6	1					40.2745	
569	67	37	2.8	2	1					17.7701	
1	105	46	9	8	2	131.7041	70.7630	6.4420	5.5462	36.5907	35.2232
2	108	56	4.2	4	2					28.0580	
3	89	56	3.8	3.2	2					45.3219	
:	:	:	:	:	:					:	
324	135	68	4.5	3.8	2					5.0316	
325	106	66	4	3	2					26.3787	

Keterangan :

$x_1$  : Indukan udang matang telur

$x_2$  : Indukan udang dibuahi

$x_3$  : Telur

$x_4$  : Larva udang usia  $\leq 48$  jam

$c_1$  : *Cluster* indukan udang matang telur

$c_2$  : *Cluster* indukan udang dibuahi

$c_3$  : Centroid telur

$c_4$  : Centroid larva udang  $\leq 48$  jam

Jarak : Perhitungan jarak dengan rumus Euclidean Distance

SSW : Sum of Square Within *Cluster*

Nilai SSB didapatkan dengan menghitung jarak antar centroid. Perhitungan nilai SSB psangan diantara 2 *cluster* tersebut sebagai berikut:

$$SSB_{1,1} = d(c_1, c_1)$$

$$= \sqrt{d(x_{c1} - x_{c1})^2}$$

$$= \sqrt{(52.7428 - 52.7428)^2 + (26.5788 - 26.5788)^2 + (4.1060 - 4.1060)^2 + (3.4846 - 3.4846)^2}$$

$$= 0$$

$$SSB_{1,2} = d(c_1, c_2)$$

$$= \sqrt{d(x_{c1} - x_{c2})^2}$$

$$= \sqrt{(52.7428 - 131.7042)^2 + (26.5788 - 70.7630)^2 + (4.1060 - 6.4420)^2 + (3.4846 - 5.5462)^2}$$

$$= 90.5363$$

Sehingga menghasilkan nilai SSB yang ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 13 Nilai SSB

		Data ke- <i>i</i>	
		SSB	
		1	2
Data ke- <i>i</i>	1	0	90.5363
	2	90.5363	0

Setelah didapatkan nilai SSW dan SSB, tahapan selanjutnya adalah menghitung nilai rasio seberapa baik nilai perbandingan antara *cluster* ke-*i* dan *cluster* ke-*j*. perhitungan nilai rasio pasangan diantara 2 *cluster* tersebut sebagai berikut:

$$R_{1,2} = \frac{SSW_1 + SSW_2}{SSB_{1,2}} = \frac{22.3369 + 35.2262}{90.5363} = 0.6357$$

Tahapan terakhir adalah menghitung nilai DBI. Dimana Rmax pada masing masing *cluster* akan dirata-rata yang mana nilai tersebut merupakan nilai DBI akhir. Perhitungan nilai DBI hasil *clustering* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} DBI &= \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 \frac{\max_{i \neq j} (R_{i,j})}{2} \\ &= \frac{1}{2} (0.6357) \\ &= 0.6357 \end{aligned}$$

Tabel 4. 14 Nilai Rasio dan DBI

	R	Data ke-i		R Max	DBI
		1	2		
Data ke-i	1	0	0.6357	0.6357	0.3178
	2	0.6357	0		

Dari Tabel 4.14 terlihat bahwa nilai DBI yang didapatkan adalah 0.3178. Sehingga dapat dikatakan bahwa kualitas *cluster* yang dihasilkan sudah baik (optimal).

Dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [11] yang menerapkan algoritma *Fuzzy C-Means* untuk mengelompokkan potensi hasil produksi beras, dimana penelitian tersebut menggunakan jenis data yang sama yaitu *numeric* tetapi dengan dataset dan atribut yang berbeda didapatkan hasil klasterisasi yang optimal. Dalam penelitian ini, peneliti menerapkan algoritma yang sama yaitu algoritma *Fuzzy C-Means*. Didapatkan hasil bahwa sebelum diterapkan algoritma terhadap penentuan kualitas hasil produksi larva udang vaname dari 894 data, sebanyak 489 data dengan kategori *cluster* 1 (baik) dan 405 data dengan kategori *cluster* 2 (kurang baik). Setelah diterapkan sebuah algoritma terhadap penentuan kualitas hasil produksi larva udang vaname yaitu algoritma *Fuzzy C-Means*, dari 894 data didapatkan hasil sebanyak 569 data kategori *cluster* 1 (baik) dan 325 data kategori *cluster* 2 (kurang baik). Sehingga dari penerapan algoritma *Fuzzy C-Means* yang dilakukan oleh peneliti, hasil produksi larva udang vaname dengan kualitas baik mengalami kenaikan sebesar 10%. Dan dari penerapan tersebut dihasilkan sistem klasterisasi hasil produksi larva udang vaname secara otomatis dan efisien dengan menggunakan *software* Microsoft Excel. Adapun penerapan metode *Fuzzy C-Means* dalam *software* Microsoft Excel sebagai berikut :

1. *Cluster 1*

$$\begin{aligned}
&= ((\text{Indukan Udang Matang Telur} - \text{Pusat Centroid Cluster 1 data 1})^2 + \\
&\quad (\text{Indukan Udang Dibuahi} - \text{Pusat Centroid Cluster 1 data 2})^2 + \\
&\quad (\text{Telur} - \text{Pusat Centroid Cluster 1 data 3})^2 + \\
&\quad (\text{Larva Udang} - \text{Pusat Centroid Cluster 1 data 4})^2)^{-1} / \\
&\quad (((\text{Indukan Udang Matang Telur} - \text{Pusat Centroid Cluster 1 data 1})^2 + \\
&\quad (\text{Indukan Udang Dibuahi} - \text{Pusat Centroid Cluster 1 data 2})^2 + \\
&\quad (\text{Telur} - \text{Pusat Centroid Cluster 1 data 3})^2 + \\
&\quad (\text{Larva Udang} - \text{Pusat Centroid Cluster 1 data 4})^2)^{-1}) + \\
&\quad (((\text{Indukan Udang Matang Telur} - \text{Pusat Centroid Cluster 2 data 1})^2 + \\
&\quad (\text{Indukan Udang Dibuahi} - \text{Pusat Centroid Cluster 2 data 2})^2 + \\
&\quad (\text{Telur} - \text{Pusat Centroid Cluster 2 data 3})^2 + \\
&\quad (\text{Larva Udang} - \text{Pusat Centroid Cluster 2 data 4})^2)^{-1})
\end{aligned}$$

2. *Cluster 2*

$$\begin{aligned}
&= ((\text{Indukan Udang Matang Telur} - \text{Pusat Centroid Cluster 1 data 1})^2 + \\
&\quad (\text{Indukan Udang Dibuahi} - \text{Pusat Centroid Cluster 1 data 2})^2 + \\
&\quad (\text{Telur} - \text{Pusat Centroid Cluster 1 data 3})^2 + \\
&\quad (\text{Larva Udang} - \text{Pusat Centroid Cluster 1 data 4})^2)^{-1} / \\
&\quad (((\text{Indukan Udang Matang Telur} - \text{Pusat Centroid Cluster 1 data 1})^2 + \\
&\quad (\text{Indukan Udang Dibuahi} - \text{Pusat Centroid Cluster 1 data 2})^2 + \\
&\quad (\text{Telur} - \text{Pusat Centroid Cluster 1 data 3})^2 + \\
&\quad (\text{Larva Udang} - \text{Pusat Centroid Cluster 1 data 4})^2)^{-1}) + \\
&\quad (((\text{Indukan Udang Matang Telur} - \text{Pusat Centroid Cluster 2 data 1})^2 + \\
&\quad (\text{Indukan Udang Dibuahi} - \text{Pusat Centroid Cluster 2 data 2})^2 + \\
&\quad (\text{Telur} - \text{Pusat Centroid Cluster 2 data 3})^2 + \\
&\quad (\text{Larva Udang} - \text{Pusat Centroid Cluster 2 data 4})^2)^{-1})
\end{aligned}$$

## 3. Penentuan hasil klasterisasi

$$= \text{IF}(\text{Cluster 1} > \text{Cluster 2}, \text{"BAIK"}, \text{IF}(\text{Cluster 1} < \text{Cluster 2}, \text{"KURANG BAIK"}))$$