

# Penentuan Mutu Buah Pepaya California (Carica Papaya L.) Menggunakan Fuzzy Mamdani

Muhammad Ezar Al Rivan<sup>1\*)</sup> and Jessica Suherman<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup> Program Studi Teknik Informatika, STMIK Global Informatika MDP, Indonesia  
Corresponding Email: <sup>\*)</sup>meedzhar@mdp.ac.id

**Abstract** – Papaya (*Carica papaya*, L.) is a fruit that has good nutritional content for health so that it has a high selling value and is made a business commodity. One variety of papaya fruit that is currently favored by all people, namely the California papaya fruit. Determination of the quality of California papaya fruit can be measured by size, color, and defect. This study raises the topic of determining the quality of California papaya fruit using fuzzy-Mamdani with input variables in the form of major axis, minor axis, red, green, and defect variables along with the output in the form of the results of determining the quality of California papaya fruit. Based on testing that has been done using 108 fuzzy rules, the validity of the results obtained states that the level of accuracy of the research using defuzzification of the Centroid, Bisector and Means of Maximum methods by 75%, while the level of research accuracy using the defuzzification of Largest of Maximum and Smallest of Maximum methods by 70%

**Key words** : Papaya, fuzzy, Mamdani, quality

## I. PENDAHULUAN

Pepaya (*Carica papaya*, L) merupakan tanaman yang berasal dari daerah Amerika Tengah dan tersebar luas di Pasifik Selatan dan daerah tropis lainnya. Pepaya dapat tumbuh di daerah basah dan kering mulai dari dataran rendah maupun dataran tinggi, terutama di daerah tropis. Terdapat kandungan zat-zat dan nilai gizi dalam buah pepaya yang diperlukan bagi tubuh, sehingga buah pepaya memiliki nilai jual yang tinggi untuk dijadikan komoditas bisnis [1]. Salah satu varietas buah pepaya yang saat ini digemari oleh semua kalangan masyarakat, yaitu buah pepaya California. Buah pepaya California merupakan hasil pemuliaan yang dilakukan oleh Pusat Kajian Buah Tropika (PKBT)-IPB yang disebut dengan IPB 9. Pepaya California merupakan jenis pepaya yang memiliki keunggulan antara lain, buahnya tidak terlalu besar dengan ukuran antara 0,8-2 kg/buah, berkulit tebal, halus dan mengkilat, berbentuk lonjong, buah matangnya berwarna kuning, rasanya manis, dan daging buahnya kenyal [2]

Model *fuzzy* yang merupakan suatu sistem yang dibangun dengan definisi, cara kerja, dan deskripsi yang jelas berdasarkan teori logika *fuzzy* dan memiliki beberapa proses seperti aturan *fuzzy*, inferensi, fuzifikasi, defuzifikasi mampu menangani ketidakjelasan dan ketidakpastian dari variabel-variabel yang digunakan dalam penentuan buah pepaya. Logika fuzzy (*fuzzy logic*) adalah peningkatan dari logika *Boolean* yang berhadapan dengan konsep kebenaran sebagian yang diperkenalkan

oleh Lotfi Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada 1965 [3]. Diperlukan juga sebuah pengolahan citra digital, yang mana citra tersebut merupakan gambar diam (foto) maupun gambar bergerak (yang berasal dari *webcam*), dan digital yang dimaksud adalah pengolahan citra atau gambar dilakukan secara digital menggunakan komputer. Pengolahan citra digital merupakan bidang ilmu yang mempelajari bagaimana suatu citra itu diolah, dibentuk, dan dianalisis agar dapat menghasilkan informasi yang dapat dipahami oleh manusia [4].

Penentuan kualitas buah pepaya telah dilakukan pada penelitian [5] dan [6]. Pada penelitian tersebut kualitas ditentukan dengan menggunakan *Fuzzy C-Means*. Selain itu pada penelitian [7] terkait dengan penentuan status gizi dan kebutuhan kalori menggunakan *fuzzy*. Pada penelitian [8] *fuzzy* juga digunakan untuk menentukan kualitas minyak. Pada penelitian [9] dilakukan menggunakan *fuzzy*. Pada penelitian tersebut menggunakan warna sebagai penentu kualitas dan *fuzzy* sebagai pengklasifikasi.

Pada penelitian [10] *fuzzy* digunakan untuk menentukan pemilihan kendaraan bermotor. Pada penelitian [11] menggunakan kematangan ukuran dan bercak untuk menentukan kualitas mangga. Pada penelitian [12] melakukan penentuan kualitas juga menggunakan *fuzzy* dengan variabel ukuran dan cacat. *Fuzzy* juga digunakan untuk menentukan kualitas ikan tawar seperti pada penelitian [13]. Pada penelitian yang dilakukan oleh [14] yaitu penentuan kualitas jambu biji merah juga menggunakan *fuzzy*.

Pada penelitian sebelumnya penentuan pepaya hanya ditentukan per satu kriteria seperti warna saja, lalu berdasarkan ukuran dan bercak kemudian berdasarkan ukuran dan cacat. Pada penelitian ini kriteria yang digunakan yaitu warna, ukuran dan cacat. Warna yang digunakan yaitu *red* dan *green*. Untuk ukuran yang digunakan yaitu *major axis* merupakan panjang buah dan *minor axis* merupakan lebar buah. Untuk kecacatan dihitung dengan menentukan banyak daerah yang cacat pada pepaya. Penentuan kualitas pepaya belum dilakukan secara menyeluruh. Adapun tujuan penelitian ini untuk mengukur kualitas pepaya secara keseluruhan berdasarkan kriteria warna, ukuran dan cacat.

## II. METODOLOGI

### A. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, penelitian dimulai dengan melakukan identifikasi masalah untuk memahami topik-topik

mengenai penentuan mutu pepaya California dengan menggunakan metode *Fuzzy-Mamdani*.

**B. Studi Literatur**

Pada tahap ini, dilakukan studi literatur dengan mencari hasil penelitian dan referensi yang relevan yang berhubungan dengan *Fuzzy-Mamdani* dan berbagai metode lainnya dalam menentukan kualitas buah pepaya.

**C. Pengumpulan Data**

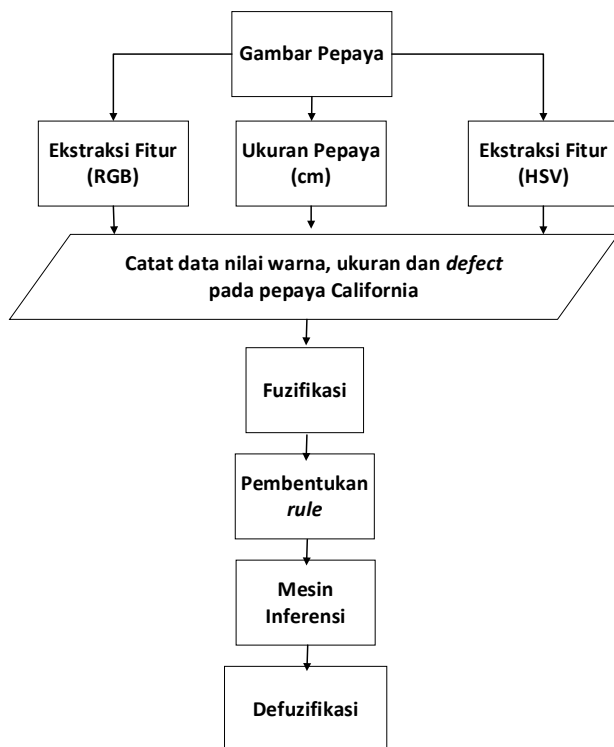
Pada tahap ini, penulis melakukan pengumpulan data menggunakan dataset berupa gambar buah pepaya. Satu buah pepaya California diambil dari tiga sisi, yaitu depan, belakang, dan sampingnya, yang totalnya ada 20. Contoh citra pepaya dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Citra Pepaya

**D. Perancangan Sistem**

Pada tahap ini dilakukan sebuah perancangan sistem untuk penelitian mengenai mutu buah pepaya seperti pada **Gambar 2**.

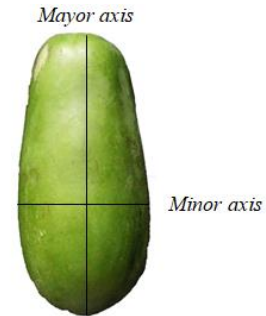


**Gambar 2.** Perancangan Sistem Klasifikasi Pepaya

1. Terdapat lima variabel input pada penelitian ini, yaitu *red*, *green*, *major axis*, *minor axis*, dan *defect*.
2. Untuk mencari nilai warna *red* dan *green* dapat

dilakukan dengan cara membaca citra pepaya yang dibuat melalui fungsi *imread*, lalu mencari nilai rata-rata dari *red* dan *green*.

3. Untuk mencari ukuran pepaya, digunakan *major axis* dan *minor axis* sehingga mendapatkan ukuran dalam satuan piksel. *Major axis* sebagai panjang buah dan *minor axis* sebagai lebar buah. Satuan piksel kemudian diubah kedalam satuan Centimeter (cm). Gambar dapat dilihat pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** *Mayor Axis* dan *Minor Axis* Citra Pepaya

4. Untuk mencari nilai *defect*, maka citra pepaya California akan diekstraksi fitur dari RGB ke HSV, *grayscale*, dan *black and white* (hitam dan putih). Maka, didapatlah besar nilai hitam dan putih, yang mana warna putih merupakan bagian yang cacat atau busuk dan hitam merupakan bagian yang bagus. Berdasarkan nilai tersebut, maka dapat dihitung persentase kecacatan (*defect*) pada citra buah pepaya dengan rumus sebagai berikut:
5. Nilai yang didapatkan dari nomor 2, 3, dan 4 akan digunakan pada *Fuzzy-Mamdani*
6. Lanjut ke tahap *fuzzifikasi* berdasarkan kriteria dari penelitian ini, yaitu ada 5 variabel input dan 1 variabel output yaitu:

$$defect (\%) = \frac{jumlah\ white}{jumlah\ white + jumlah\ black} \times 100 \quad (1)$$

- a. *Major axis* dibagi menjadi 2 himpunan: pendek, panjang.

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu_{Pendah} (a) = \begin{cases} 1; & x \leq 10 \\ \frac{20-x}{20-10}; & 10 \leq x \leq 20 \\ 0; & x \geq 20 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{Panjang} (a) = \begin{cases} 0; & x \leq 15 \\ \frac{x-15}{30-15}; & 15 \leq x \leq 30 \\ 1; & x \geq 30 \end{cases} \quad (3)$$

- b. *Minor axis* dibagi menjadi 2 himpunan: pendek, panjang.

Fungsi Keanggotaan :  $\mu_{Pendah} (b) =$

$$\begin{cases} 1; & x \leq 5 \\ \frac{10-x}{10-5}; & 5 \leq x \leq 10 \\ 0; & x \geq 10 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{Panjang} (b) = \begin{cases} 0; & x \leq 9 \\ \frac{x-9}{12-9}; & 9 \leq x \leq 12 \\ 1; & x \geq 12 \end{cases} \quad (5)$$

- c. *Defect* dibagi menjadi 3 himpunan: sedikit,

sedang, banyak.

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu_{\text{Sedikit}}(c) = \begin{cases} 1; & x \leq 10 \\ \frac{25-x}{25-10}; & 10 \leq x \leq 25 \\ 0; & x \geq 25 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(c) = \begin{cases} 0; & x \leq 20 \text{ atau } x \geq 60 \\ \frac{x-20}{40-20}; & 20 \leq x \leq 40 \\ \frac{60-x}{60-40}; & 40 \leq x \leq 60 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{\text{Banyak}}(c) = \begin{cases} 0; & x \leq 55 \\ \frac{x-55}{80-55}; & 55 \leq x \leq 80 \\ 1; & x \geq 80 \end{cases} \quad (8)$$

- d. *Red* dibagi menjadi 3 himpunan: sedikit, sedang, dominan.

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu_{\text{Sedikit}}(d) = \begin{cases} 1; & x \leq 80 \\ \frac{120-x}{120-80}; & 80 \leq x \leq 120 \\ 0; & x \geq 120 \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(d) = \begin{cases} 0; & x \leq 110 \text{ atau } x \geq 170 \\ \frac{x-110}{140-110}; & 110 \leq x \leq 140 \\ \frac{170-x}{170-140}; & 140 \leq x \leq 170 \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu_{\text{Dominan}}(d) = \begin{cases} 0; & x \leq 160 \\ \frac{x-160}{200-160}; & 160 \leq x \leq 200 \\ 1; & x \geq 200 \end{cases} \quad (11)$$

- e. *Green* dibagi menjadi 3 himpunan: sedikit, sedang, dominan.

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu_{\text{Sedikit}}(e) = \begin{cases} 1; & x \leq 100 \\ \frac{160-x}{160-100}; & 100 \leq x \leq 160 \\ 0; & x \geq 160 \end{cases} \quad (12)$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(e) = \begin{cases} 0; & x \leq 150 \text{ atau } x \geq 190 \\ \frac{x-150}{170-150}; & 150 \leq x \leq 170 \\ \frac{190-x}{190-170}; & 165 \leq x \leq 190 \end{cases} \quad (13)$$

$$\mu_{\text{Dominan}}(e) = \begin{cases} 0; & x \leq 210 \\ \frac{x-210}{210-180}; & 180 \leq x \leq 210 \\ 1; & x \geq 210 \end{cases} \quad (14)$$

- f. Hasil penentuan mutu yang dibagi menjadi 3 himpunan: jelek, sedang, dan bagus.

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu_{\text{Jelek}}(z) = \begin{cases} 1; & x \leq 1 \\ \frac{3-x}{3-1}; & 1 \leq x \leq 3 \\ 0; & x \geq 3 \end{cases} \quad (15)$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(z) = \begin{cases} 0; & x \leq 3 \text{ atau } x \geq 7 \\ \frac{x-3}{5-3}; & 3 \leq x \leq 5 \\ \frac{7-x}{7-5}; & 5 \leq x \leq 7 \end{cases} \quad (16)$$

$$\mu_{\text{Bagus}}(z) = \begin{cases} 0; & x \leq 9 \\ \frac{x-7}{9-7}; & 7 \leq x \leq 9 \\ 1; & x \geq 9 \end{cases} \quad (17)$$

Pada tahap ini, dilakukan pembentukan fungsi keanggotaan masing-masing variabel.

7. Lanjut ke pembentukan *rule* atau aturan *fuzzy*.
8. Lanjut ke mesin inferensi dengan penerapan fungsi *Min* untuk setiap aturan pada aplikasi fungsi implikasinya.
9. Tahap selanjutnya adalah komposisi aturan. Pada tahap ini digunakan untuk menentukan inferensi dari kumpulan dan korelasi antar aturan menggunakan Metode *Max*.
10. Kemudian proses defuzzifikasi. Metode yang dipergunakan dalam proses defuzzifikasi ini adalah defuzzifikasi dengan Metode *Centroid*, *Bisector*, *Means of Maximum* (MOM), *Largest of Maximum* (LOM), dan *Smallest of Maximum* (SOM).

#### E. Membangun Sistem

Pada tahap ini yang dilakukan adalah menerapkan metode *Fuzzy-Mamdani* untuk menentukan mutu dari buah pepaya California dengan 5 parameter yaitu *major axis*, *minor axis*, nilai *red*, nilai *green*, dan kecacatan (*defect*) pada buah pepaya California.

#### F. Implementasi Sistem

Pada tahap ini sistem sudah dapat mengukur mutu buah pepaya California dengan metode *Fuzzy-Mamdani* sesuai dengan rancangan. Sistem yang dikembangkan memiliki informasi mengenai buah pepaya California yang akan ditentukan kualitasnya.

#### G. Evaluasi Sistem

Pada tahap ini, akan dilakukan evaluasi untuk tingkat akurasi dari kualitas buah pepaya. Untuk menghitung akurasi dapat digunakan *Confusion Matrix* [15] seperti pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** *Confusion Matrix* [15]

| Aktual (Hasil Pakar) | Classified As (Hasil Sistem) |                     |
|----------------------|------------------------------|---------------------|
|                      | +                            | -                   |
| +                    | True Positive (TP)           | False Negative (FN) |
| -                    | False Positive (FP)          | True Negative (TN)  |

Perhitungan akurasi dengan tabel *confusion matrix* adalah sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+FN+FP+TN} \quad (18)$$

Akurasi dapat didefinisikan sebagai tingkat kedekatan antara nilai prediksi dengan nilai aktual. Presisi didefinisikan sebagai tingkat ketepatan antara informasi yang diminta oleh pengguna dengan jawaban yang diberikan oleh sistem. Rumus presisi adalah:

$$Presisi = \frac{TP}{TP+FP} \tag{19}$$

*Recall* didefinisikan sebagai tingkat keberhasilan sistem dalam menemukan kembali sebuah informasi. *Recall* dihitung dengan rumus:

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \tag{20}$$

Presisi dan *Recall* dapat diberi nilai dalam bentuk angka dengan menggunakan perhitungan persentase (0% - 100%) atau dengan menggunakan bilangan antara 0 - 1. Sistem rekomendasi akan dianggap baik jika nilai presisi dan *recall*nya tinggi.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN








Setelah dilakukan implementasi dan evaluasi maka didapatkan hasil. Proses evaluasi dilakukan dengan melakukan percobaan menggunakan pepaya untuk dihitung sebagai masukan. Keluaran dari sistem berupa kategori mutu dari pepaya. Pada **Tabel 2** menunjukkan data yang diperoleh dari pepaya.









**Tabel 2.** Data Pepaya yang digunakan






| No | Nama     | R   | G   | Defect (%) | Mayor Axis | Minor Axis |
|----|----------|-----|-----|------------|------------|------------|
| 1  | pepaya01 | 146 | 170 | 23         | 20         | 9          |
| 2  | pepaya02 | 186 | 171 | 28         | 19         | 9          |
| 3  | pepaya03 | 178 | 185 | 28         | 25         | 12         |
| 4  | pepaya04 | 170 | 148 | 15         | 25         | 12         |
| 5  | pepaya05 | 199 | 175 | 31         | 23         | 11         |
| 6  | pepaya06 | 172 | 186 | 7          | 36         | 23         |
| 7  | pepaya07 | 204 | 152 | 7          | 28         | 18         |
| 8  | pepaya08 | 213 | 166 | 29         | 27         | 16         |
| 9  | pepaya09 | 123 | 137 | 64         | 15         | 8          |
| 10 | pepaya10 | 125 | 128 | 59         | 13         | 7          |
| 11 | pepaya11 | 110 | 121 | 52         | 18         | 10         |
| 12 | pepaya12 | 132 | 135 | 54         | 16         | 9          |
| 13 | pepaya13 | 122 | 134 | 58         | 21         | 11         |
| 14 | pepaya14 | 112 | 113 | 66         | 17         | 9          |
| 15 | pepaya15 | 174 | 187 | 6          | 27         | 11         |
| 16 | pepaya16 | 195 | 160 | 100        | 21         | 9          |
| 17 | pepaya17 | 169 | 180 | 7          | 30         | 14         |
| 18 | pepaya18 | 214 | 192 | 6          | 27         | 13         |
| 19 | pepaya19 | 190 | 187 | 10         | 31         | 15         |
| 20 | pepaya20 | 209 | 185 | 19         | 29         | 13         |

Pada **Tabel 3** merupakan hasil yang didapat dari pakar terkait kualitas pepaya tersebut.

**Tabel 3.** Hasil Penilaian Pakar

| No | Nama     | Hasil Pakar | Gambar  |
|----|----------|-------------|---|
| 1  | pepaya01 | Bagus       |    |
| 2  | pepaya02 | Jelek       |    |
| 3  | pepaya03 | Bagus       |    |
| 4  | pepaya04 | Jelek       |   |
| 5  | pepaya05 | Jelek       |  |
| 6  | pepaya06 | Bagus       |  |
| 7  | pepaya07 | Bagus       |  |

| No | Nama     | Hasil Pakar | Gambar  |
|----|----------|-------------|---|
| 8  | pepaya08 | Jelek       |    |
| 9  | pepaya09 | Sedang      |    |
| 10 | pepaya10 | Jelek       |    |
| 11 | pepaya11 | Jelek       |   |
| 12 | pepaya12 | Jelek       |  |
| 13 | pepaya13 | Sedang      |  |
| 14 | pepaya14 | Jelek       |  |
| 15 | pepaya15 | Bagus       |  |

| No | Nama     | Hasil Pakar | Gambar  |
|----|----------|-------------|---|
| 16 | pepaya16 | Jelek       |    |
| 17 | pepaya17 | Bagus       |    |
| 18 | pepaya18 | Bagus       |    |
| 19 | pepaya19 | Bagus       |   |
| 20 | pepaya20 | Jelek       |  |

Pada Tabel 4 merupakan perbandingan hasil pakar dan hasil sistem menggunakan metode defuzifikasi *Centroid of Area* (COA). Terdapat 15 dari 20 pepaya yang diklasifikasikan dengan benar.

**Tabel 4.** Perbandingan Hasil Pakar dan Hasil Sistem Menggunakan Metode Defuzifikasi COA

| No | Nama     | COA  | Hasil Sistem | Hasil Pakar |
|----|----------|------|--------------|-------------|
| 1  | pepaya01 | 8,60 | Bagus        | Bagus       |
| 2  | pepaya02 | 1,38 | Jelek        | Jelek       |
| 3  | pepaya03 | 1,35 | Jelek        | Bagus       |
| 4  | pepaya04 | 8,62 | Bagus        | Jelek       |
| 5  | pepaya05 | 1,23 | Jelek        | Jelek       |
| 6  | pepaya06 | 8,62 | Bagus        | Bagus       |
| 7  | pepaya07 | 8,59 | Bagus        | Bagus       |
| 8  | pepaya08 | 1,26 | Jelek        | Jelek       |
| 9  | pepaya09 | 1,30 | Jelek        | Sedang      |
| 10 | pepaya10 | 1,40 | Jelek        | Jelek       |

| No | Nama     | COA  | Hasil Sistem | Hasil Pakar |
|----|----------|------|--------------|-------------|
| 11 | pepaya11 | 1,38 | Jelek        | Jelek       |
| 12 | pepaya12 | 1,38 | Jelek        | Jelek       |
| 13 | pepaya13 | 3,28 | Sedang       | Sedang      |
| 14 | pepaya14 | 1,38 | Jelek        | Jelek       |
| 15 | pepaya15 | 8,64 | Bagus        | Bagus       |
| 16 | pepaya16 | 8,62 | Bagus        | Jelek       |
| 17 | pepaya17 | 8,64 | Bagus        | Bagus       |
| 18 | pepaya18 | 8,72 | Bagus        | Bagus       |
| 19 | pepaya19 | 8,64 | Bagus        | Bagus       |
| 20 | pepaya20 | 8,65 | Bagus        | Jelek       |

Pada **Tabel 5** merupakan perbandingan hasil pakar dan hasil sistem menggunakan metode defuzifikasi *Bisector of Area* (BOA). Terdapat 15 dari 20 pepaya yang diklasifikasikan dengan benar.

**Tabel 5.** Perbandingan Hasil Pakar dan Hasil Sistem Menggunakan Metode Defuzifikasi BOA

| No | Nama     | BOA | Hasil Sistem | Hasil Pakar |
|----|----------|-----|--------------|-------------|
| 1  | pepaya01 | 8,6 | Bagus        | Bagus       |
| 2  | pepaya02 | 1,4 | Jelek        | Jelek       |
| 3  | pepaya03 | 1,3 | Jelek        | Bagus       |
| 4  | pepaya04 | 8,6 | Bagus        | Jelek       |
| 5  | pepaya05 | 1,2 | Jelek        | Jelek       |
| 6  | pepaya06 | 8,6 | Bagus        | Bagus       |
| 7  | pepaya07 | 8,6 | Bagus        | Bagus       |
| 8  | pepaya08 | 1,2 | Jelek        | Jelek       |
| 9  | pepaya09 | 1,3 | Jelek        | Sedang      |
| 10 | pepaya10 | 1,4 | Jelek        | Jelek       |
| 11 | pepaya11 | 1,4 | Jelek        | Jelek       |
| 12 | pepaya12 | 1,4 | Jelek        | Jelek       |
| 13 | pepaya13 | 3,2 | Sedang       | Sedang      |
| 14 | pepaya14 | 1,4 | Jelek        | Jelek       |
| 15 | pepaya15 | 8,6 | Bagus        | Bagus       |
| 16 | pepaya16 | 8,6 | Bagus        | Jelek       |
| 17 | pepaya17 | 8,6 | Bagus        | Bagus       |
| 18 | pepaya18 | 8,7 | Bagus        | Bagus       |
| 19 | pepaya19 | 8,6 | Bagus        | Bagus       |
| 20 | pepaya20 | 8,6 | Bagus        | Jelek       |

Pada **Tabel 6** merupakan perbandingan hasil pakar dan hasil sistem menggunakan metode defuzifikasi MOM. Terdapat 15 dari 20 pepaya yang diklasifikasikan dengan benar

**Tabel 6.** Perbandingan Hasil Pakar dan Hasil Sistem Menggunakan Metode Defuzifikasi MOM

| No | Nama     | MOM  | Hasil Sistem | Hasil Pakar |
|----|----------|------|--------------|-------------|
| 1  | pepaya01 | 8,60 | Bagus        | Bagus       |
| 2  | pepaya02 | 1,38 | Jelek        | Jelek       |
| 3  | pepaya03 | 1,35 | Jelek        | Bagus       |
| 4  | pepaya04 | 8,62 | Bagus        | Jelek       |
| 5  | pepaya05 | 1,23 | Jelek        | Jelek       |
| 6  | pepaya06 | 8,62 | Bagus        | Bagus       |
| 7  | pepaya07 | 8,59 | Bagus        | Bagus       |
| 8  | pepaya08 | 1,26 | Jelek        | Jelek       |
| 9  | pepaya09 | 1,30 | Jelek        | Sedang      |
| 10 | pepaya10 | 1,40 | Jelek        | Jelek       |
| 11 | pepaya11 | 1,38 | Jelek        | Jelek       |
| 12 | pepaya12 | 1,38 | Jelek        | Jelek       |
| 13 | pepaya13 | 3,28 | Sedang       | Sedang      |
| 14 | pepaya14 | 1,38 | Jelek        | Jelek       |
| 15 | pepaya15 | 8,64 | Bagus        | Bagus       |
| 16 | pepaya16 | 8,7  | Bagus        | Jelek       |
| 17 | pepaya17 | 8,75 | Bagus        | Bagus       |
| 18 | pepaya18 | 8,95 | Bagus        | Bagus       |
| 19 | pepaya19 | 8,75 | Bagus        | Bagus       |
| 20 | pepaya20 | 8,75 | Bagus        | Jelek       |

Pada **Tabel 7** merupakan perbandingan hasil pakar dan hasil sistem menggunakan metode defuzifikasi LOM. Terdapat 14 dari 20 pepaya yang diklasifikasikan dengan benar.

**Tabel 7.** Perbandingan Hasil Pakar dan Hasil Sistem Menggunakan Metode Defuzifikasi LOM

| No | Nama     | LOM | Hasil Sistem | Hasil Pakar |
|----|----------|-----|--------------|-------------|
| 1  | pepaya01 | 10  | Bagus        | Bagus       |
| 2  | pepaya02 | 2,5 | Jelek        | Jelek       |
| 3  | pepaya03 | 2,5 | Jelek        | Bagus       |
| 4  | pepaya04 | 10  | Bagus        | Jelek       |
| 5  | pepaya05 | 1,9 | Jelek        | Jelek       |
| 6  | pepaya06 | 10  | Bagus        | Bagus       |
| 7  | pepaya07 | 10  | Bagus        | Bagus       |
| 8  | pepaya08 | 2   | Jelek        | Jelek       |
| 9  | pepaya09 | 2,2 | Jelek        | Sedang      |
| 10 | pepaya10 | 2,6 | Jelek        | Jelek       |
| 11 | pepaya11 | 2,5 | Jelek        | Jelek       |
| 12 | pepaya12 | 2,5 | Jelek        | Jelek       |
| 13 | pepaya13 | 2,7 | Jelek        | Sedang      |
| 14 | pepaya14 | 2,5 | Jelek        | Jelek       |
| 15 | pepaya15 | 10  | Bagus        | Bagus       |



| No | Nama     | LOM | Hasil Sistem | Hasil Pakar |
|----|----------|-----|--------------|-------------|
| 16 | pepaya16 | 10  | Bagus        | Jelek       |
| 17 | pepaya17 | 10  | Bagus        | Bagus       |
| 18 | pepaya18 | 10  | Bagus        | Bagus       |
| 19 | pepaya19 | 10  | Bagus        | Bagus       |
| 20 | pepaya20 | 10  | Bagus        | Jelek       |

Pada **Tabel 8** merupakan perbandingan hasil pakar dan hasil sistem menggunakan metode defuzifikasi SOM. Terdapat 14 dari 20 pepaya yang diklasifikasikan dengan benar.

**Tabel 8.** Perbandingan Hasil Pakar dan Hasil Sistem Menggunakan Metode Defuzifikasi SOM

| No | Nama     | SOM | Hasil Sistem | Hasil Pakar |
|----|----------|-----|--------------|-------------|
| 1  | pepaya01 | 7,4 | Bagus        | Bagus       |
| 2  | pepaya02 | 0   | Jelek        | Jelek       |
| 3  | pepaya03 | 0   | Jelek        | Bagus       |
| 4  | pepaya04 | 7,4 | Bagus        | Jelek       |
| 5  | pepaya05 | 0   | Jelek        | Jelek       |
| 6  | pepaya06 | 7,4 | Bagus        | Bagus       |
| 7  | pepaya07 | 7,3 | Bagus        | Bagus       |
| 8  | pepaya08 | 0   | Jelek        | Jelek       |
| 9  | pepaya09 | 0   | Jelek        | Sedang      |
| 10 | pepaya10 | 0   | Jelek        | Jelek       |
| 11 | pepaya11 | 0   | Jelek        | Jelek       |
| 12 | pepaya12 | 0   | Jelek        | Jelek       |
| 13 | pepaya13 | 0   | Jelek        | Sedang      |
| 14 | pepaya14 | 0   | Bagus        | Jelek       |
| 15 | pepaya15 | 7,5 | Bagus        | Bagus       |
| 16 | pepaya16 | 7,4 | Bagus        | Jelek       |
| 17 | pepaya17 | 7,5 | Bagus        | Bagus       |
| 18 | pepaya18 | 7,9 | Bagus        | Bagus       |
| 19 | pepaya19 | 7,5 | Bagus        | Bagus       |
| 20 | pepaya20 | 7,5 | Jelek        | Jelek       |

Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan tingkat akurasi penentuan kualitas terhadap data uji menggunakan *Confusion Matrix* seperti **Tabel 9**, **Tabel 10**, **Tabel 11**, **Tabel 12** dan **Tabel 13**.

Pada **Tabel 9** merupakan *confusion matrix* untuk metode defuzifikasi menggunakan COA. Pada **Tabel 9** dapat dilihat bahwa rata-rata akurasi 83%. Akurasi untuk jelek 75%, akurasi untuk sedang 95% dan akurasi untuk bagus 80%.

**Tabel 9.** Hasil *Confusion Matrix* Metode Defuzifikasi COA

|           | TP | FP | FN | TN | Acc | P   | R  |
|-----------|----|----|----|----|-----|-----|----|
| Jelek     | 7  | 2  | 3  | 8  | 75  | 78  | 70 |
| Sedang    | 1  | 0  | 1  | 18 | 95  | 100 | 50 |
| Bagus     | 7  | 3  | 1  | 9  | 80  | 70  | 88 |
| Rata-rata |    |    |    |    | 83  | 83  | 69 |

Pada **Tabel 10** merupakan *confusion matrix* untuk metode defuzifikasi menggunakan BOA. Pada **Tabel 10** dapat dilihat bahwa rata-rata akurasi 83%. Akurasi untuk jelek 75%, akurasi untuk sedang 95% dan akurasi untuk bagus 80%.

**Tabel 10.** Hasil *Confusion Matrix* Metode Defuzifikasi BOA

|           | TP | FP | FN | TN | Acc | P   | R  |
|-----------|----|----|----|----|-----|-----|----|
| Jelek     | 7  | 2  | 3  | 8  | 75  | 78  | 70 |
| Sedang    | 1  | 0  | 1  | 18 | 95  | 100 | 50 |
| Bagus     | 7  | 3  | 1  | 9  | 80  | 70  | 88 |
| Rata-rata |    |    |    |    | 83  | 83  | 69 |

Pada **Tabel 11** merupakan *confusion matrix* untuk metode defuzifikasi menggunakan MOM. Pada **Tabel 11** dapat dilihat bahwa rata-rata akurasi 82%. Akurasi untuk jelek 70%, akurasi untuk sedang 95% dan akurasi untuk bagus 80%.

**Tabel 11.** Hasil *Confusion Matrix* Metode Defuzifikasi MOM

|           | TP | FP | FN | TN | Acc | P  | R  |
|-----------|----|----|----|----|-----|----|----|
| Jelek     | 7  | 3  | 3  | 7  | 70  | 70 | 70 |
| Sedang    | 1  | 1  | 0  | 18 | 95  | 50 | 0  |
| Bagus     | 7  | 3  | 1  | 9  | 80  | 70 | 88 |
| Rata-rata |    |    |    |    | 82  | 63 | 53 |

Pada **Tabel 12** merupakan *confusion matrix* untuk metode defuzifikasi menggunakan LOM. Pada **Tabel 12** dapat dilihat bahwa rata-rata akurasi 80%. Akurasi untuk jelek 70%, akurasi untuk sedang 90% dan akurasi untuk bagus 80%.

**Tabel 12.** Hasil *Confusion Matrix* Metode Defuzifikasi LOM

|           | TP | FP | FN | TN | Acc | P  | R  |
|-----------|----|----|----|----|-----|----|----|
| Jelek     | 7  | 3  | 3  | 7  | 70  | 70 | 70 |
| Sedang    | 0  | 0  | 2  | 18 | 90  | 0  | 0  |
| Bagus     | 7  | 3  | 1  | 9  | 80  | 70 | 88 |
| Rata-rata |    |    |    |    | 80  | 47 | 53 |

Pada **Tabel 13** merupakan *confusion matrix* untuk metode defuzifikasi menggunakan SOM. Pada **Tabel 13** dapat dilihat bahwa rata-rata akurasi 80%. Akurasi untuk jelek 70%, akurasi untuk sedang 90% dan akurasi untuk bagus 80%.

**Tabel 13.** Hasil *Confusion Matrix* Metode Defuzifikasi SOM

|           | TP | FP | FN | TN | Acc | P  | R  |
|-----------|----|----|----|----|-----|----|----|
| Jelek     | 7  | 3  | 3  | 7  | 70  | 70 | 70 |
| Sedang    | 0  | 0  | 2  | 18 | 90  | 0  | 0  |
| Bagus     | 7  | 3  | 1  | 9  | 80  | 70 | 88 |
| Rata-rata |    |    |    |    | 80  | 47 | 53 |

#### IV. KESIMPULAN

Akurasi tertinggi yang didapat yaitu 75% dengan menggunakan metode defuzifikasi *Centroid*, *Bisector* dan MOM. Metode defuzifikasi LOM dan SOM memberikan hasil sebesar 70%. Dengan menggunakan *confusion matrix* dapat dilihat bahwa akurasi secara rata-rata 80% sampai 83%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. A. Bakar and R. Ratnawati, "Petunjuk Teknis Budidaya Pepaya," *Balai Pengkaj. Teknol. Pertan. Aceh*, p. 35, 2017.
- [2] S. N. Usmayani, E. Basuki, and I. W. S. Yasa, "PENGUNAAN KALIUM PERMANGANAT (KMnO<sub>4</sub>) PADA PENYIMPANAN BUAH PEPAYA CALIFORNIA (Carica papaya L.) [The Use of Potassium Permanganate (KMnO<sub>4</sub>) On Shelf Life of California's Papaya (Carica papaya L.)]," *J. Ilmu dan Teknol. Pangan*, vol. 1, no. 2, pp. 48–55, 2015.
- [3] T. Sutojo, E. Mulyanto, and V. Suhartono, *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Offset, 2011.
- [4] P. N. Andono and T. Sutojo, *Pengolahan citra digital*. Penerbit Andi, 2017.
- [5] S. A. Syakry, M. Mulyadi, and Z. K. Simbolon, "Buah Menggunakan Fuzzy C-Means ( Fcm ) Clustering," *J. Penelit. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 150–169, 2015, doi: <https://doi.org/10.29103/techsi.v7i2.199>.
- [6] S. S. A. Syakry and M. Mulyadi, "Analisis Tingkat Kandungan Nilai Warna untuk Penentuan Tingkat Kematangan pada Citra Buah Pepaya callina," *J. Ilm. Elit. ELEKTRO*, vol. 4, pp. 31–37, 2013.
- [7] N. Febriany, F. Agustina, and R. Marwati, "Aplikasi Metode Fuzzy Mamdani Dalam Penentuan Status Gizi Dan Menggunakan Software Matlab," *J. EurekaMatika*, vol. 5, no. 1, pp. 84–96, 2017.
- [8] B. Fechera, J. Kustija, and S. Elvyanti, "Optimasi Penggunaan Membership Function Logika Fuzzy Pada Kasus Identifikasi Kualitas Minyak Transformator.," *ELECTRANS*, vol. 204, no. 2, pp. 27–35, 2012.
- [9] R. Munarto, E. Permata, and R. Salsabilla, "Klasifikasi Kualitas Biji Jagung Manis Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Fuzzy Logic," *Simp. Nas. RAPI XIII - 2014 FT UMS*, pp. 5–12, 2014.
- [10] J. Nasir and J. Suprianto, "Analisis Fuzzy Logic Menentukan Pemilihan Motor Honda dengan Metode Mamdani," *J. Edik Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 177–187, 2017, doi: [10.22202/jei.2017.v3i2.1962](https://doi.org/10.22202/jei.2017.v3i2.1962).
- [11] S. N. Budiman and H. Tjandrasa, "Sistem Pengukuran Mutu Buah Mangga Berdasarkan Kematangan, Ukuran dan Area Bercak Menggunakan Fuzzy Inference System," *Inspir. J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 7, no. 1, pp. 10–20, 2017, doi: [10.35585/inspir.v7i1.2432](https://doi.org/10.35585/inspir.v7i1.2432).
- [12] R. Pandey, N. Gamit, and S. Naik, "A novel non-destructive grading method for Mango (*Mangifera Indica* L.) using fuzzy expert system," in *2014 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)*, 2014, pp. 1087–1094, doi: [10.1109/ICACCI.2014.6968366](https://doi.org/10.1109/ICACCI.2014.6968366).
- [13] A. Wirawan and A. Azhari, "Implementasi Metode Fuzzy-Mamdani untuk Menentukan Jenis Ikan Konsumsi Air Tawar Berdasarkan Karakteristik Lahan Budidaya Perikanan," *Bimipa*, vol. 24, no. 1, pp. 29–38, 2014.
- [14] F. Y. Mulato, "KLASIFIKASI KEMATANGAN BUAH JAMBU BIJI MERAH ( *Psidium Guajava* ) DENGAN MENGGUNAKAN MODEL FUZZY," Universitas Negeri Yogyakarta, 2015.
- [15] H. Jiawei, M. Kamber, and J. Pei, *Data Mining: Concepts and Techniques*. Morgan Kaufmann, 2011.