

DESAIN MODEL FUZZY-TSUKAMOTO UNTUK PENENTUAN KUALITAS BUAH PEPAYA CALIFORNIA (CARICA PAPAYA L.) BERDASARKAN BENTUK FISIK

Muhammad Ezar Al Rivan¹, Angella Octavia² dan Irvan Wijaya³

^{1,2,3}Teknik Informatika STMIK Global Informatika MDP

Jalan Rajawali No.14 Palembang

Email: meedzhar@mdp.ac.id, angellaoctavia97@gmail.com,

irvanzhou@gmail.com

ABSTRACT

Papaya easily found in the local market with a relatively cheap price, adequate nutrient and vitamin content. The quality of California papaya can be measured by size, color and defect. This research discusses the topic of fuzzy model design regarding the measured of the quality of papaya using fuzzy tsukamoto with input variables major axis and minor axis as size, red and green intensity as color, and defect determined by rotten surface. Size, color and defect are variables along with the output as a result of determining the quality of California papaya. Based on the tests that have been carried out, the results of the quality are 75%.

Keyword : *fuzzy, tsukamoto, quality*

ABSTRAK

Pepaya mudah ditemukan di pasar lokal dengan harga yang relatif murah, kandungan nutrisi dan vitamin yang memadai. Kualitas pepaya california dapat diukur dari ukuran, warna dan cacatnya. Penelitian ini membahas topik perancangan model fuzzy mengenai pengukuran kualitas buah pepaya menggunakan fuzzy tsukamoto dengan input variabel sumbu mayor dan sumbu minor sebagai ukuran, intensitas warna merah dan hijau, dan defect ditentukan oleh permukaan busuk. Ukuran, warna dan kecacatan merupakan variabel beserta output sebagai hasil penentuan kualitas pepaya california. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil kualitas 75%.

Kata kunci : *fuzzy, tsukamoto, kualitas*

1. PENDAHULUAN

Buah pepaya merupakan buah yang sering dijual di pasar lokal dan merupakan bisnis yang sangat menguntungkan, baik bagi petani maupun pedagang (Bakar and

Ratnawati, 2017). Di Indonesia, terdapat 3 jenis pepaya yang ada, yaitu pepaya Bangkok, pepaya Hawaii dan pepaya California. Pepaya California paling sering dijual ataupun dijumpai di pasaran. Buah pepaya California

merupakan hasil pemuliaan yang dilakukan oleh Pusat Kajian Buah Tropika (PKBT)-IPB yang disebut dengan IPB 9. Menurut (Usmayani et al, 2015) tanaman pepaya varietas California merupakan salah satu jenis pepaya yang sedang digandrungi dan mulai banyak dikebunkan para petani pada saat ini karena sangat menjanjikan keuntungan. Pepaya California ini memiliki sifat dan keunggulan tersendiri yaitu buahnya tidak terlalu besar dengan bobot 0,8 – 1,5 kg/buah, berkulit hijau tebal dan mulus, berbentuk lonjong, buah matang berwarna kuning, rasanya manis, daging buah kenyal dan tebal. Dalam menentukan kualitas buah pepaya, dapat ditentukan dengan salah satu metode seperti *Fuzzy Logic* dan Pengolahan Citra Digital. Logika Fuzzy diperkenalkan oleh Lotfi Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada 1965 (Sutojo et al, 2011). *Fuzzy Logic* adalah peningkatan dari logika Boolean yang berhadapan dengan konsep kebenaran sebagian (Sutojo et al, 2011). Pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*) adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik mengolah citra. Citra adalah suatu gambaran atau kemiripan dari suatu objek. Citra analog tidak dapat direpresentasikan dalam komputer,

sehingga tidak bisa diproses oleh komputer secara langsung. Agar bisa diproses di komputer, citra analog harus dikonversi menjadi citra digital. Citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer (Andono and Sutojo, 2017)

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Syakry and Mulyadi, 2013) tentang penentuan tingkat kematangan buah pepaya Callina berdasarkan kandungan nilai warna menggunakan pengolahan citra dengan citra RGB dilakukan untuk mencari tingkat kematangan pepaya yang dibagi menjadi 3 bagian, yaitu matang mentah, matang mengkal, dan matang penuh. Hasil penelitian ini mampu memberikan informasi tentang data piksel di mana pepaya matang mentah nilai merah (*red*) tidak mendominasi yakni 7,785495, nilai hijau (*green*) menjadi nilai tertinggi yakni 10,23922, pada kondisi matang mengkal terlihat bahwa komposisi warna merah dan warna hijau nilai rata-ratanya seimbang bahkan bisa dikatakan sama yakni 12,56288 dan 12,12431, sedangkan kondisi matang penuh nilai rata-rata merah menjadi lebih dominan jika dibandingkan dengan hijau yakni 24,111901 untuk merah dan 13,70812 untuk hijau. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh

(Syakry et al, 2015) mengenai klasterisasi nilai citra RGB buah pepaya madu berdasarkan mutu menggunakan *Fuzzy C-Means (FCM) Clustering* menggunakan citra warna RGB dalam penentuan mutu buah pepaya madu. Hasil penelitian ini mampu mengklaterisasi citra buah pepaya Callina dengan baik sesuai dengan nilai untuk kondisi matang mentah $R < GB$ yakni $R = 9.5825$, $GB = 16.8833$ dengan fungsi nilainya 131.621937, kondisi matang mengkal $R = GB$ yakni $R = 17.6735$, $GB = 17.2993$ dengan fungsi nilainya 249.712915, kondisi matang matang $R > GB$ yakni $R = 24.6697$, $GB = 16.6703$ dengan fungsi nilainya 358.783473. Pada penelitian yang dilakukan (Sugiyanto and Wibowo, 2015) juga melakukan penentuan tingkat kematangan pepaya (*Carica Papaya L*). Pada penelitian yang dilakukan (Prahara and Sela, 2016) metode LVQ digunakan untuk menentukan kematangan pepaya (*Carica Papaya L*)

Pada penelitian lain yang dilakukan oleh (Pandey et al, 2014) yang berjudul *A Novel Non-Destructive Grading method for Mango (Mangifera Indica L.) using Fuzzy Expert System* membahas dua bagian, yaitu memilih mangga yang sehat kemudian mengklasifikasikannya kedalam

kategori matang atau mentah dan tentang tingkatan mangga berdasarkan ukuran. Dalam membedakan jenis mangga sehat atau sakit digunakan ruang warna CIELab untuk melakukan ekstraksi fitur warna untuk membedakan warna. Untuk fitur ukuran, dihitung menggunakan bentuk elips untuk mengklasifikasikan ke dalam nilai yang berbeda. Hasil penelitian ini menunjukkan akurasi sebesar 97,47%. Selain itu pada penelitian untuk menentukan mutu pepaya telah dilakukan oleh (Al Rivan and Suherman, 2020). Pada penelitian tersebut menggunakan *fuzzy Mamdani* dan mendapat hasil secara rata-rata 80% sampai 83%

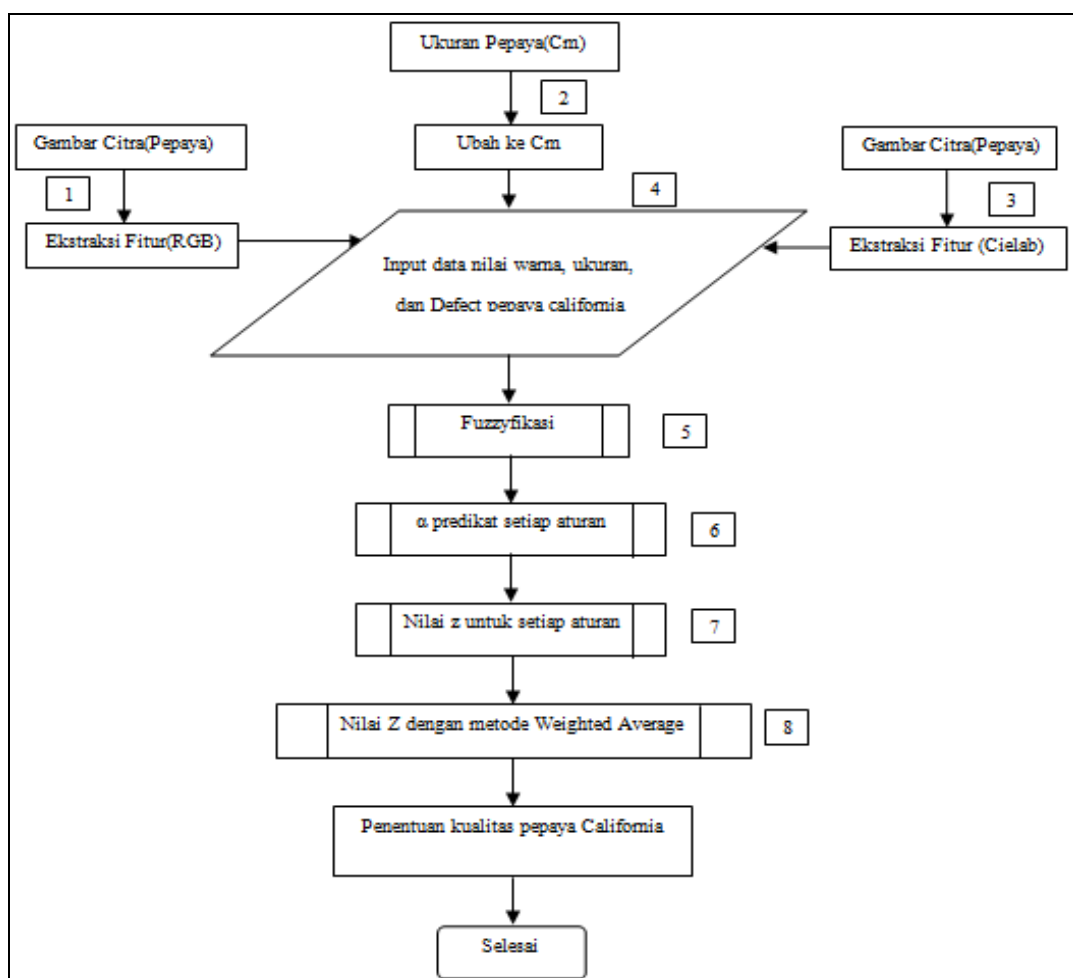
Fuzzy Tsukamoto digunakan oleh (Bon and Utami, 2016) untuk menentukan pengambilan keputusan rencana produksi *crude oil*. Selain itu (Mazenda et al, 2014) menggunakan *fuzzy Tsukamoto* untuk sistem pendukung keputusan penentuan kualitas air. Pada penelitian (Sari and Mahmudy, 2015) *fuzzy Tsukamoto* digunakan untuk menentukan kelayakan calon pegawai. Selain itu fuzzy Tsukamoto telah digunakan untuk menentukan kualitas singkong seperti yang dilakukan oleh (Murdianingsih and Utomo, 2016).

Penelitian - penelitian sebelumnya sudah banyak menerapkan berbagai macam metode dalam penentuan kualitas objek. Dalam penelitian ini dilakukan dengan membangun model *fuzzy-tsukamoto* dalam penentuan kualitas buah pepaya California.

2. METODE

Penelitian dilakukan secara bertahap hingga mencapai suatu hasil

yang diinginkan. Penelitian ini dilakukan dengan tahapan identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data, perancangan sistem, membangun sistem, menguji perangkat lunak, implementasi sistem, evaluasi sistem. Pada tahap melakukan perancangan sistem dalam proses penentuan sistem dalam proses penelitian mengenai kualitas buah pepaya seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Penentuan Kualitas Pepaya

Gambar citra pepaya akan di ekstraksi menggunakan ruang warna

RGB. Pada proses ekstraksi tidak dilakukan *preprocessing*. Citra pepaya

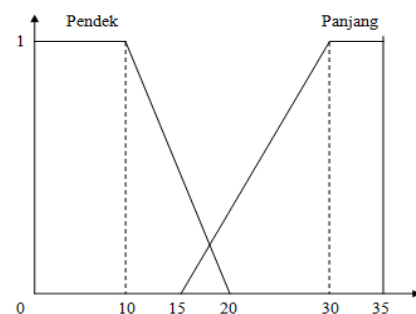
yang digunakan merupakan keseluruhan semua permukaan kulit pepaya sehingga semua bagian dalam citra akan digunakan. Citra Ruang warna R (*red*) dan G (*green*) akan diambil dalam proses desain model *fuzzy*, untuk mencari ukuran papaya, digunakan *major axis* dan *minor axis* sehingga mendapatkan ukuran dalam satuan piksel. *Major axis* sebagai panjang buah dan *minor axis* sebagai lebar buah. *Major axis* dan *Minor axis* dihitung dari citra kemudian disesuaikan dengan hasil pengukuran menggunakan alat ukur. Satuan piksel kemudian diubah kedalam satuan Centimeter (cm) dengan $1 \text{ pixel} = 0.0265 \text{ cm}$, ruang warna CIELab akan digunakan untuk membedakan warna yang digunakan untuk mencari nilai dari *defect* pada buah papaya, kemudian nilai yang didapatkan dari ruang warna RGB, CIELab dan nilai piksel akan digunakan pada *fuzzy* Tsukamoto, pada tahapan *fuzzyfikasi*, akan dibagi kedalam 5 kriteria, yaitu nilai R (*red*), G (*green*), *defect*, panjang buah, dan lebar buah, kemudian akan dilakukan tahap pembentukan *rule* berdasarkan dari 5 kriteria tersebut, setelah aturan dibentuk, kemudian setiap aturan akan dicari nilai z , setelah nilai z untuk setiap aturan didapatkan, selanjutnya akan dihitung nilai Z dengan menggunakan *Weighted Average*.

1. Variabel Input

Variabel input yang digunakan adalah variabel ukuran yang meliputi *major axis* dan *minor axis*, *defect*, *Red* dan *Green*.

a. *Major axis*

Grafik *major axis* diberikan dua parameter yaitu pendek dan panjang, dengan pendek dari 0 - 20 cm, sedangkan panjang adalah 15 - 35 cm. Penentuan pendek dan panjang diperoleh dari pakar. Ukuran panjang atau pendek didapat dari hasil pengukuran menggunakan alat ukur pada pepaya utuh kemudian disesuaikan pada panjang yang dihitung dari citra pepaya. Grafik fungsi himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Himpunan Fuzzy Mayor Axis

Fungsi Keanggotaan :

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

$$\mu_{\text{Panjang (a)}} = \begin{cases} 0; & x \leq 15 \\ \frac{x-15}{30-15}; & 15 \leq x \leq 30 \\ 1; & x \geq 30 \end{cases} \quad (2)$$

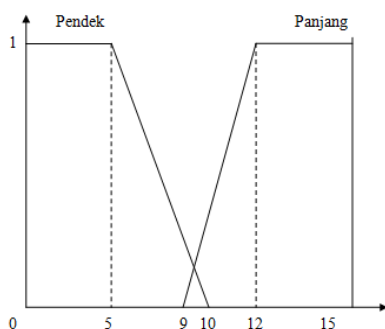
Variabel himpunan *fuzzy* beserta nilai domainnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 *Range* untuk *major axis*

Himpunan	Nilai
Pendek	0 - 20
Panjang	15 - 35

b. *Minor Axis*

Grafik *minor axis* diberikan dua parameter yaitu pendek dan panjang, dengan pendek dari 0 - 10 cm, sedangkan panjang adalah 9 - 15 cm. Penentuan panjang dan pendek diperoleh dari pakar. Ukuran panjang dan atau pendek didapat dari hasil pengukuran menggunakan alat ukur pada pepaya utuh. Grafik fungsi himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3 Grafik Himpunan *Fuzzy Minor Axis*

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu_{\text{Pendek (b)}} = \begin{cases} 1; & x \leq 5 \\ \frac{10-x}{10-5}; & 5 \leq x \leq 10 \\ 0; & x \geq 10 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{\text{Panjang (b)}} = \begin{cases} 0; & x \leq 9 \\ \frac{x-9}{12-9}; & 9 \leq x \leq 12 \\ 1; & x \geq 12 \end{cases} \quad (4)$$

Variabel himpunan *fuzzy* beserta nilai domainnya dapat dilihat pada Tabel 2.

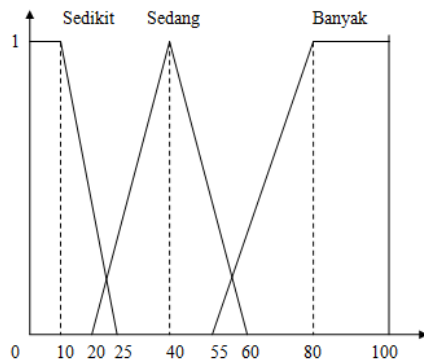
Tabel 2 *Range* untuk *minor axis*

Himpunan	Nilai
Pendek	0 - 10
Panjang	9 - 15

c. *Defect*

Grafik *Defect* diberikan tiga parameter yaitu sedikit, sedang, dan banyak dengan rentang sedikit antara 0 - 25%, sedangkan skala rentang sedang antara 20 - 60% dan rentang banyak dengan skala 55 - 100%. *Defect* diperoleh dengan cara mengubah citra RGB ke CieLAB dan *black and white* (hitam dan putih). Maka didapat *pixel* hitam dan putih yang mana *pixel* putih merupakan bagian yang mengalami *defect*. Persentase dihitung berdasarkan banyaknya *pixel* putih terhadap keseluruhan *pixel* di citra

pepaya. Gambar 4 menyatakan grafik *defect* dengan memberikan nilai berupa skala 0 sampai 100, beserta fungsi keanggotaannya.



Gambar 4 Grafik Himpunan *Fuzzy Defect*

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu_{\text{Sedikit}}(c) = \begin{cases} 1; x \leq 10 \\ \frac{25-x}{25-10}; 10 \leq x \leq 25 \\ 0; x \geq 25 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(c) = \begin{cases} 0; x \leq 20 \text{ atau } x \geq 60 \\ \frac{x-20}{40-20}; 20 \leq x \leq 40 \\ \frac{60-x}{60-40}; 40 \leq x \leq 60 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_{\text{Banyak}}(c) = \begin{cases} 0; x \leq 55 \\ \frac{x-55}{80-55}; 55 \leq x \leq 80 \\ 1; x \geq 80 \end{cases} \quad (7)$$

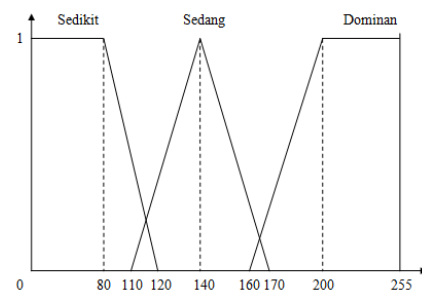
Variabel himpunan *fuzzy* beserta nilai domainnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 *Range* untuk *Defect*

Himpunan	Nilai
Sedikit	0 - 25
Sedang	20 - 60
Banyak	55 - 100

d. *Red* and *Green*

Grafik *Red* diberikan tiga parameter yaitu sedikit, sedang, dan dominan dengan rentang sedikit antara 80 sampai 120 dan rentang sedang antara 110 sampai 170, sedangkan skala rentang dominan antara 160 sampai 255. *Red* dan *Green* didapat dengan menghitung rata-rata *pixel Red* dan *Green* dari citra pepaya. Gambar 5 menyatakan grafik *Red*, dan grafik *Green* pada Gambar 6 dengan rentang sedikit 100 sampai 160, skala sedang antara 150 sampai 190 dan dominan antara 180 sampai 255, beserta fungsi keanggotaannya.



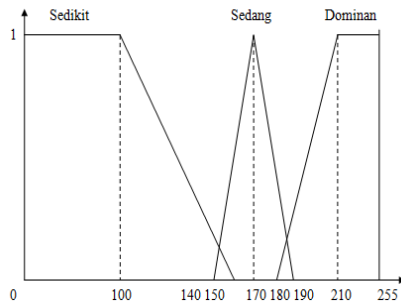
Gambar 5 Grafik Himpunan *Fuzzy Red*

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu_{\text{Sedikit}}(d) = \begin{cases} 1; x \leq 80 \\ \frac{120-x}{120-80}; 80 \leq x \leq 120 \\ 0; x \geq 120 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(d) = \begin{cases} 0; & x \leq 110 \text{ atau } x \geq 170 \\ \frac{x-110}{140-110}; & 110 \leq x \leq 140 \\ \frac{170-x}{170-140}; & 140 \leq x \leq 170 \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{\text{Dominan}}(d) = \begin{cases} 0; & x \leq 160 \\ \frac{x-160}{200-160}; & 160 \leq x \leq 200 \\ 1; & x \geq 200 \end{cases} \quad (10)$$



Gambar 6 Grafik Himpunan Fuzzy Green

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu_{\text{Sedikit}}(e) = \begin{cases} 1; & x \leq 100 \\ \frac{160-x}{160-100}; & 100 \leq x \leq 160 \\ 0; & x \geq 160 \end{cases} \quad (11)$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(e) = \begin{cases} 0; & x \leq 150 \text{ atau } x \geq 190 \\ \frac{x-150}{170-150}; & 150 \leq x \leq 170 \\ \frac{190-x}{190-170}; & 170 \leq x \leq 190 \end{cases} \quad (12)$$

$$\mu_{\text{Dominan}}(e) = \begin{cases} 0; & x \leq 210 \\ \frac{x-180}{210-180}; & 180 \leq x \leq 210 \\ 1; & x \geq 210 \end{cases} \quad (13)$$

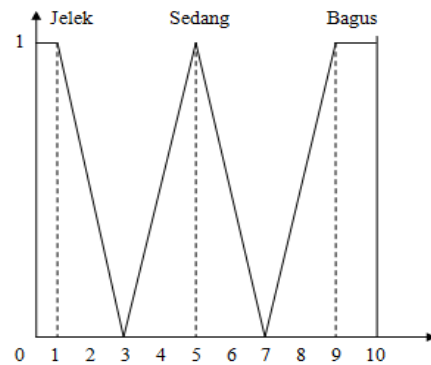
Variabel himpunan fuzzy beserta nilai domainnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Range untuk Red dan Green

Himpunan	Red	Green
Sedikit	0 - 120	0 - 160
Sedang	110 - 170	150 - 190
Dominan	160 - 255	180 - 255

2. Variabel Output

Variabel output berupa hasil penentuan kualitas buah pepaya yang menentukan dari warna, ukuran dan defect dengan parameter yang digunakan pada variabel output meliputi jelek, sedang dan bagus, dimana diberikan opsional berupa skala mulai dari 0 sampai 10 beserta fungsi keanggotaannya dapat dilihat pada Gambar 7. Penentuan kriteria jelek, sedang dan bagus dilakukan oleh 1 orang pakar.



Gambar 7 Grafik Himpunan Fuzzy Hasil Penentuan Kualitas Buah Pepaya California

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu_{\text{Jelek}}(z) = \begin{cases} 1; & x \leq 1 \\ \frac{3-x}{3-1}; & 1 \leq x \leq 3 \\ 0; & x \geq 3 \end{cases} \quad (14)$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(z) = \begin{cases} 0; & x \leq 3 \text{ atau } x \geq 7 \\ \frac{x-3}{5-3}; & 3 \leq x \leq 5 \\ \frac{7-x}{7-5}; & 5 \leq x \leq 7 \end{cases} \quad (15)$$

$$\mu_{\text{Bagus}}(z) = \begin{cases} 0; & x \leq 9 \\ \frac{x-7}{9-7}; & 7 \leq x \leq 9 \\ 1; & x \geq 9 \end{cases} \quad (16)$$

Variabel himpunan *fuzzy* beserta nilai domainnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 *Range* kualitas pepaya

Himpunan	Nilai
Jelek	0 - 3
Sedang	3 - 7
Bagus	7 - 10

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 6 menjelaskan hasil kualitas buah pepaya California yang menampilkan perbandingan hasil sistem

dan hasil pakar yang merupakan hasil kualitas buah pepaya California. Hasil sistem merupakan hasil penentuan kualitas menggunakan aplikasi Matlab dan hasil pakar merupakan hasil penentuan kualitas berdasarkan data pakar. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh hasil yang menyatakan tingkat akurasi penentuan kualitas sebesar 75%.

Tabel 6 Hasil Penentuan Kualitas Buah Pepaya *California*

No	Nama	Red	Green	Defect (persen)	Mayor (cm)	Minor (cm)	Hasil Sistem	Hasil Pakar	Keterangan
1	Pepaya01	146	170	23	20	9	Bagus	Bagus	Sama
2	Pepaya02	186	171	28	19	9	Jelek	Jelek	Sama
3	Pepaya03	178	185	28	25	12	Jelek	Bagus	Beda
4	Pepaya04	170	148	15	25	12	Bagus	Jelek	Beda
5	Pepaya05	199	175	31	23	11	Jelek	Jelek	Sama
6	Pepaya06	172	186	7	36	23	Bagus	Bagus	Sama
7	Pepaya07	204	152	7	28	18	Bagus	Bagus	Sama
8	Pepaya08	213	166	29	27	16	Jelek	Jelek	Sama
9	Pepaya09	123	137	64	15	8	Jelek	Sedang	Beda
10	Pepaya10	125	128	59	13	7	Jelek	Jelek	Sama
11	Pepaya11	110	121	52	18	10	Jelek	Jelek	Sama
12	Pepaya12	132	135	54	16	9	Jelek	Jelek	Sama
13	Pepaya13	122	134	58	21	11	Sedang	Sedang	Sama
14	Pepaya14	112	113	66	17	9	Jelek	Jelek	Sama
15	Pepaya15	174	187	6	27	11	Bagus	Bagus	Sama

No	Nama	Red	Green	Defect (persen)	Mayor (cm)	Minor (cm)	Hasil Sistem	Hasil Pakar	Keterangan
16	Pepaya16	195	160	10	21	9	Bagus	Jelek	Beda
17	Pepaya17	169	180	7	30	14	Bagus	Bagus	Sama
18	Pepaya18	214	192	6	27	13	Bagus	Bagus	Sama
19	Pepaya19	190	187	10	31	15	Bagus	Bagus	Sama
20	Pepaya20	209	185	19	29	13	Bagus	Jelek	Beda

Berikut merupakan Tabel 7 hasil pengujian *fuzzy* dengan pengujian oleh pakar tentang penentuan kualitas buah pepaya California. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan tingkat akurasi penentuan kualitas terhadap data uji menggunakan *Confusion Matrix* seperti Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 7 Hasil Pengujian

		Target		
		Jelek	Sedang	Bagus
Output	Jelek	7	1	1
	Sedang	0	1	0
	Bagus	3	0	7
Jumlah		10	2	8

Tabel 8 Confusion Matrix

	TP	FP	FN	TN
Jelek	7	2	3	8
Sedang	1	0	1	18
Bagus	7	3	1	9

Tabel 9 Evaluasi

	Accuracy	Precision	Recall
Jelek	75%	78%	70%
Sedang	95%	100%	50%
Bagus	80%	70%	87.5%

Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa dari 20 pepaya ada 15 pepaya yang dapat diklasifikasikan dengan benar. Persentasi yang diperoleh

yaitu 75%. Jika dihitung *accuracy* per kelas, pepaya dengan kualitas sedang dapat diklasifikasikan mencapai 95%.

4. SIMPULAN

Pada penelitian yang dilakukan didapatkan hasil identifikasi mutu pepaya secara keseluruhan sebesar 75%. Akurasi yang didapat untuk masing-masing pepaya yaitu pepaya jelek 75%, pepaya sedang 95% dan pepaya bagus 80%.

DAFTAR PUSTAKA

Al Rivan, M. E. and Suherman, J. (2020) ‘Penentuan Mutu Buah Pepaya California (Carica Papaya L.) Menggunakan Fuzzy Mamdani’, *Elkha*, 12(2), p. 76. doi: 10.26418/elkha.v12i2.41164.

Andono, P. N. and Sutojo, T. (2017) *Pengolahan citra digital*. Penerbit Andi.

Bakar, B. A. and Ratnawati, R. (2017) ‘Petunjuk Teknis Budidaya Pepaya’, *Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Aceh*, p. 35.

Bon, A. T. and Utami, S. F. (2016) ‘Applying fuzzy inference system tsukamoto for decision making in crude palm oil production planning’, *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and*

- Operations Management*, 8-10 March, pp. 2206–2210.
- Mazenda, G., Andy Soebroto, A. and Dewi, C. (2014) ‘Implementasi Fuzzy Inference System (Fis) Metode Tsukamoto Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai’, *Journal of Enviromental Engineering and Sustainable Technology*, 1(2), pp. 92–103. doi: 10.21776/ub.jeest.2014.001.02.4.
- Murdianingsih, Y. and Utomo, L. T. (2016) ‘SISTEM PENENTUAN KUALITAS SINGKONG UNTUK BAHAN BAKU KERIPIK DENGAN METODE FUZZY TSUKAMOTO (Studi Kasus Kampung Kaliwadas)’, *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, pp. 2252–4517.
- Pandey, R., Gamit, N. and Naik, S. (2014) ‘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)*, pp. 1087–1094. doi: 10.1109/ICACCI.2014.6968366.
- Prahara, H. W. and Sela, E. I. (2016) ‘Tingkat Kematangan Buah Pepaya Dengan Jaringan Syaraf Lvq’, *Seminar Riset Teknologi Informasi (SRITI) tahun*, pp. 388–391.
- Sari, N. R. and Mahmudy, W. F. (2015) ‘Fuzzy Inference System Tsukamoto Untuk Menentukan Kelayakan Calon Pegawai’, *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia (SESINDO)*, (November), pp. 245–252.
- Sugiyanto, S. and Wibowo, F. (2015) ‘Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pepaya (*Carica Papaya* L) California (*Callina-Ipb* 9) Dalam Ruang Warna Hsv’, *prosiding SENATEK*, 1(November), pp. 335–341.
- Sutojo, T., Mulyanto, E. and Suhartono, V. (2011) *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Syakry, S. A., Mulyadi, M. and Simbolon, Z. K. (2015) ‘Buah Menggunakan Fuzzy C-Means (Fcm) Clustering’, *Jurnal Penelitian Teknik Informatika*, 7(2), pp. 150–169. doi: <https://doi.org/10.29103/techsi.v7i2.199>.
- Syakry, S. S. A. and Mulyadi, M. (2013) ‘Analisis Tingkat Kandungan Nilai Warna untuk Penentuan Tingkat Kematangan pada Citra Buah Papaya callina’, *JURNAL ILMIAH ELITE ELEKTRO*, 4, pp. 31–37.
- Usmayani, S. N., Basuki, E. and Yasa, I. W. S. (2015) ‘PENGUNAAN KALIUM PERMANGANAT ($KMnO_4$) PADA PENYIMPANAN BUAH PEPAYA CALIFORNIA (*Carica papaya* L.) [The Use of Potassium Permanganate ($KMnO_4$) On Shelf Life of California’s Papaya (*Carica papaya* L.)]’, *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 1(2), pp. 48–55.