

ANALISIS KUALITAS SARANG BURUNG WALET MENGGUNAKAN METODE FUZZY TSUKAMOTO

Fahrul Agus^{*1}, Ega Sulfika², Gubtha Mahendra Putra³

^{1,2,3}Universitas Mulawarman, Samarinda

Email: ¹fahrulagus@unmul.ac.id, ²egasulfik@gmail.com, ³gubthamp@unmul.ac.id

*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 20 November 2024, diterima untuk diterbitkan: 13 April 2025)

Abstrak

Indonesia menjadi salah satu negara yang menghasilkan dan mengeksport sarang burung walet terbesar di dunia. Sarang burung walet memiliki banyak sekali manfaat, itu sebabnya tren ekspor sarang burung walet meningkat. Kualitas yang baik dapat mempengaruhi daya saing produk, harga jual, manfaat kesehatan yang dihasilkan, serta kepuasan konsumen. Selama ini pembeli masih melakukan klasifikasi kualitas sarang burung walet secara manual berdasarkan perkiraan pembeli sehingga dapat menimbulkan kesalahan pada saat melakukan penyortiran dan menyebabkan kerugian sehingga menurunkan nilai jual. Logika *fuzzy* digunakan untuk mengantisipasi hal tersebut karena dapat memberikan toleransi terhadap suatu nilai sehingga perubahan kecil pada nilai tidak akan memberikan dampak yang signifikan. Tujuan penelitian ini menerapkan metode *fuzzy tsukamoto* untuk menganalisis kualitas sarang burung walet. Data yang digunakan sebanyak 100 data sarang burung walet yang diperoleh pada 16 Oktober 2023. Proses penentuan kualitas sarang burung walet berdasarkan 5 variabel kriteria *input* yaitu warna, bulu, jenis, kondisi, dan kadar air. *Output fuzzy* terdiri dari 3 kategori kualitas Sangat Bagus, Bagus, dan Tidak Bagus. Hasil perhitungan *fuzzy tsukamoto* dengan data aktual terdapat 3 data sarang burung walet berbeda dari 100 data sarang burung walet dengan memiliki nilai akurasi sebesar 97%.

Kata kunci: logika fuzzy, fuzzy Tsukamoto, sarang burung walet

ANALYSIS OF SWALLOW NEST QUALITY USING THE TSUKAMOTO FUZZY METHOD

Abstract

Indonesia is a leading global producer and exporter of the largest quantity of swallow's nests. Swallow's nest consumption offers numerous advantages, which explains the growing trend of exporting this valuable commodity. The quality of a product can have a significant impact on its competitiveness, selling price, health benefits, and consumer happiness. Currently, buyers continue to manually assess the quality of swallow nests, relying on their estimations. However, this method is prone to errors throughout the sorting process and can result in financial losses that diminish the overall sales value. We employ fuzzy logic for prediction purposes because it allows for tolerance towards a value, thereby minimising the influence of minor fluctuations in the value. The goal of this study is to use the Tsukamoto fuzzy method to evaluate the quality of swallow nests. The dataset consisted of 100 samples of swallow nests collected on October 16, 2023. The evaluation of swallow nests' quality relies on five input criteria variables, specifically colour, feathers, type, condition, and water content. The fuzzy output comprises three quality categories: very good, sound, and not good. The fuzzy Tsukamoto calculation yielded three distinct samples out of a total of 100, with an accuracy rate of 97%.

Keywords: fuzzy logic, fuzzy Tsukamoto, swallow's nest

1. PENDAHULUAN

Indonesia menjadi salah satu negara yang menghasilkan dan mengeksport sarang burung walet terbesar di dunia, sehingga sarang burung walet menjadi salah satu komoditas unggulan ekspor subsektor pertanian di Indonesia. Hampir 98% sarang burung walet rumah Indonesia menguasai pasokan

global, karena sarang burung walet di Indonesia lebih higienis, lebih putih, dan tidak terlalu tebal (Wandha Chayaning dan Anshori, 2022).

Sarang burung walet merupakan gumpalan air liur dari burung walet itu sendiri sehingga membentuk sebuah sarang. Sarang burung walet memiliki beberapa bagian yang terdiri dari badan,

serabut, dan kaki (Dewi, 2020). Sarang burung walet sering digunakan untuk obat-obatan, bahan kosmetik, serta skincare untuk kulit wajah, bahkan sekarang sarang burung walet diolah menjadi suatu makanan atau minuman. Sebelum dipasarkan kepada konsumen sarang burung walet akan melalui tahapan penyortiran atau penentuan kualitas sarang burung walet yang dilakukan oleh seseorang yang memiliki keahlian dan mengetahui bagaimana kualitas yang telah ditentukan oleh konsumen atau pabrik pencuci.

Untuk memasarkan sarang burung walet kepada pelanggan agar memiliki nilai ekonomi atau nilai jual yang tinggi, sarang burung walet harus memiliki kualitas terbaik. Kualitas yang baik dapat mempengaruhi daya saing produk, harga jual, manfaat kesehatan yang dihasilkan, serta kepuasan konsumen. Kualitas sarang burung walet yang baik itu memiliki warna putih kapas, tingkat kebersihan yang tinggi atau memiliki bulu yang tidak ada atau plontos, bentuk mangkok super, ukuran utuh, dan memiliki kadar air yang tinggi.

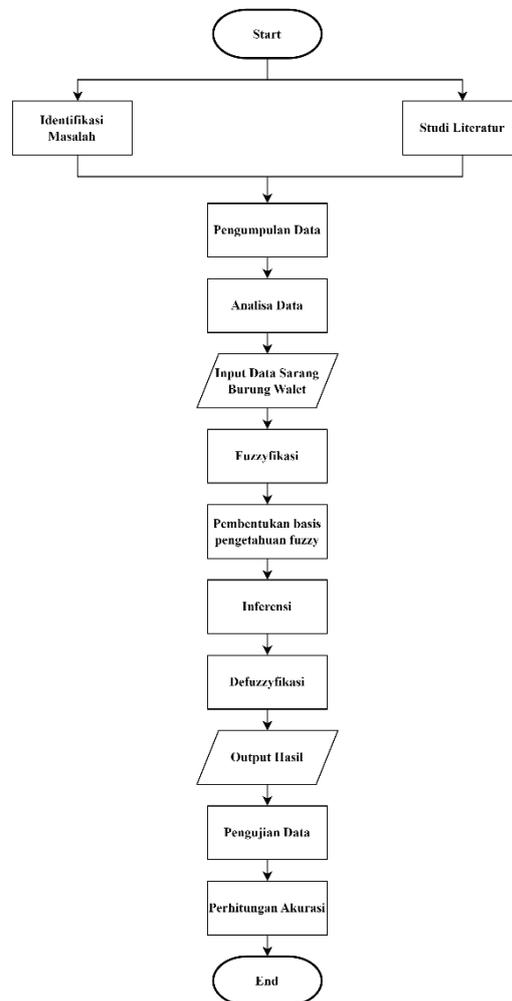
Pada umumnya, proses klasifikasi masih dilakukan secara manual dan berdasarkan perkiraan oleh pembeli untuk mengetahui mana sarang burung walet berkualitas tinggi dan mana yang tidak. Permasalahan ini menyebabkan kurangnya akurasi serta memerlukan waktu kurang lebih 2 jam untuk sekali melakukan penyortiran sehingga dapat menimbulkan kesalahan pada saat melakukan penyortiran dan menyebabkan kerugian sehingga menurunkan nilai jual. Himpunan *fuzzy* digunakan untuk mengantisipasi hal tersebut karena dapat memberikan toleransi terhadap suatu nilai sehingga perubahan kecil pada nilai tidak akan memberikan dampak yang signifikan.

Logika *fuzzy* biasanya digunakan untuk masalah yang mengandung elemen seperti *noisy*, ketidakpastian (*uncertainty*), ketidaktepatan (*imprecise*), dan sebagainya (Rindengan, A.J dan Yohanes, 2019). Ada beberapa metode logika *fuzzy*, namun perancangan menggunakan *fuzzy* tsukamoto lebih sering dijadikan rujukan dikarenakan penentuan model *inference* harus tepat dan sering digunakan untuk rekomendasi, sedangkan *fuzzy* mamdani umumnya cocok untuk permasalahan intuitif, dan *fuzzy* sugeno untuk permasalahan yang menangani *control* (Suseno dan Wibowo, 2019).

Beberapa penelitian terdahulu juga telah menggunakan metode *fuzzy* tsukamoto, seperti dalam hal pendeteksian varietas unggul pada tanaman jagung (Wahyuni, 2019), untuk menentukan kualitas pisang (Arista, Sholihin dan Nafi'iyah, 2019), dan untuk analisis prediksi hasil kelapa sawit (Nababan dan Harahap, 2020). Metode *fuzzy* tsukamoto dipilih karena metode ini dapat dikatakan sebagai logika *fuzzy* yang paling efisien dengan teknik pemodelan *fuzzy* yang digunakan dalam pengambilan suatu keputusan dan dapat digunakan untuk mengukur kualitas sarang burung walet berdasarkan beberapa variabel atau faktor yang mempengaruhinya.

2. METODE PENELITIAN

Dalam mengembangkan penelitian, ada beberapa tahapan penting yang perlu dilalui. Proses dalam penelitian ini diawali dengan tahap identifikasi masalah dan studi pustaka, pengumpulan data, analisis data, kemudian dilanjutkan dengan proses pengolahan data menggunakan *software* Matlab dan Excel dengan melakukan *input* data sarang burung walet, *fuzzyfikasi*, pembentukan basis pengetahuan *fuzzy*, *inferensi*, *defuzzyfikasi*, kemudian diperoleh *output*, setelah itu data aktual diuji dengan data hasil pengolahan data Matlab dan Excel, kemudian dilakukan pengukuran akurasi hasil estimasi. Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Tahapan Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data primer. Data primer adalah data yang didapatkan penulis ketika melakukan observasi dan wawancara (Linarwati, Fathoni dan Minarsih, 2016). Proses pengumpulan data dilakukan dengan mewawancarai salah satu pemilik usaha penjualan sarang burung walet di Samarinda-Kalimantan Timur. Dari hasil wawancara diperoleh data sarang

burung walet pada 16 Oktober 2023 dengan 100 data sarang burung walet yang dilengkapi dengan berbagai kriteria dan hasil kualitas sarang burung walet.

Dari data yang didapatkan, disusun variabel yang digunakan dalam penelitian. Terdapat enam variabel, dengan lima variabel *input* yaitu warna, bulu, jenis, kondisi, dan kadar air, dan satu variabel *output* yaitu skala kualitas. Proses *fuzzyfikasi* diawali dengan pembentukan himpunan *fuzzy* dari setiap variabel *input* dan variabel *output*. Pembentukan himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

<i>Input/output</i>	Variabel	Himpunan	domain/ range	Semesta pembicara	
<i>Input</i>	Warna	Putih	70-100	0-100	
		Beras	40-75		
		Cream	0-50		
	Bulu	Plontos	70-100		0-100
		Sedang	40-80		
		Berat	0-50		
	Jenis	Mangkok 2	75-100		0-100
		Mangkok 3	70-80		
		Sudut	40-75		
		Oval	20-50		
	Kondisi	Patahan	0-25		0-100
		Utuh	40-100		
Pecah		0-50			
Kadar air	>=13%	70-100	0-100		
	11%-12%	40-80			
	<=10%	0-50			
<i>Output</i>	Skala kualitas	Sangat bagus	80-100	0-100	
		Bagus	50-80		
		Tidak bagus	0-50		

Pembentukan himpunan *fuzzy* diikuti oleh pembentukan basis pengetahuan *fuzzy*. Aturan dibuat untuk menunjukkan bagaimana *input* dan *output* berhubungan satu sama lain. Semua aturan memiliki suatu implikasi (Nuraida, Iryanto dan Sebayang, 2013). Dari pemetaan yang dilakukan diperoleh 810 *rule* yang diperoleh dengan mengkombinasikan setiap atribut linguistik pada masing-masing variabel *input* (Agustin, Gandhiadi dan Oka, 2016). Kemudian dari 810 *rule* dibandingkan dengan data yang didapatkan dari para pakar atau ahli yang telah ditetapkan dan mewakili semua data yang didapatkan pada saat pengumpulan data serta memperhatikan kondisi yang sudah dikonfirmasi oleh salah satu pembeli sarang burung walet di Samarinda, sehingga menghasilkan 53 *rule* yang sesuai.

2.2. Perancangan Metode *Fuzzy Tsukamoto*

Pada bagian ini, akan dijelaskan secara rinci tentang proses perancangan analisis kualitas sarang burung walet menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*. Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam menangani ketidakpastian dan keambiguan yang sering terjadi dalam penilaian kualitas sarang burung walet. Berikut ini adalah tahapan-tahapan dari metode *fuzzy tsukamoto* (Ajeng, Sari dan Prabowo, 2020).

1. Pembentukan *Fuzzy Set*

Pertama-tama diuraikan langkah-langkah yang dilakukan dalam penerapan metode *fuzzy tsukamoto*, mulai dari penentuan variabel *input* dan *output* yang meliputi berbagai parameter yang mempengaruhi kualitas sarang.

2. *Fuzzyfikasi*

Berikutnya adalah *fuzzyfikasi*, yang menjelaskan bagaimana variabel-variabel *input* tersebut diubah menjadi *fuzzy set* dan diberikan fungsi keanggotaan yang sesuai.

3. Pembentukan *Fuzzy Knowledge Base*

Setelah itu dipaparkan bagaimana aturan-aturan *fuzzy* dibentuk berdasarkan data yang ada, aturan-aturan yang dapat dibentuk pada kasus berjumlah 53 aturan.

4. *Inferensi*

Selanjutnya *inferensi* menggunakan fungsi aplikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat dari setiap aturan.

5. *Defuzzyfikasi*

Langkah terakhir dilakukan proses *defuzzyfikasi* dengan menggunakan metode rata-rata sebagaimana dimaksud pada persamaan (1) untuk menghasilkan nilai kualitas sarang burung walet.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i z_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i} \dots\dots\dots(1)$$

2.3. Perancangan Pengujian Akurasi

Setelah diperoleh hasil analisis data dari metode *fuzzy tsukamoto*, pengujian dilakukan dengan menguji data yang diperoleh dari metode perhitungan *fuzzy tsukamoto* dengan data aktual yang dikumpulkan. Kemudian dilakukan perhitungan akurasi untuk mengukur akurasi hasil perkiraan dengan rumus pada persamaan (2) dibantu dengan proses pengolahan data Excel. Nilai akurasi adalah ukuran seberapa akurat sistem dapat mengklasifikasikan data dengan benar. Dengan kata lain, nilai akurasi (*a*) adalah perbandingan antara data yang terklasifikasi dengan benar (*t*) dengan keseluruhan data (*n*) dan dinyatakan dalam persentase (Ajeng, Sari dan Prabowo, 2020).

$$a = t/n \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, dijelaskan mengenai proses pengolahan, analisis, dan interpretasi data. Setelah

itu, dilakukan analisis lebih lanjut untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang muncul berdasarkan proses *inferensi*. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel sarang burung walet yang diperoleh dari salah satu penyedia sarang burung walet yang berada di Blok F, No. 9, Pondok Alam Indah, Jl. A. Wahab Syahrani, Gn. Kelua, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Pengambilan data sebanyak 100 data sarang burung walet yang diberi kode dari A1 sampai A100 pada 16 Oktober 2023.

Tahapan penyelesaian dalam penerapan proses *fuzzy tsukamoto* digunakan salah satu data sarang burung walet untuk dijadikan sebagai contoh perhitungan yaitu data sarang burung walet dengan kode A9 yang terdiri dari 4 rules. Diketahui satu data sarang burung walet dengan Kode A9 memiliki kriteria warna beras, bulu sedang, jenis mangkok 2, dengan kondisi utuh, dan memiliki kadar air 10%. Berikut proses penentuan kualitas sarang burung walet dengan langkah-langkah sebagai berikut.

3.1. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Pembentukan himpunan *fuzzy*, di mana variabel *input* dan *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy* (*fuzzyfikasi*) (Rahakbauw *et al.*, 2019). Pembentukan himpunan *fuzzy* diperoleh pada saat pengambilan data salah satu pemilik usaha penjualan sarang burung walet di Samarinda-Kalimantan Timur. Dari data yang didapatkan, sehingga variabel yang digunakan dalam penelitian ini ada enam variabel, dengan lima variabel input yaitu warna, bulu, jenis, kondisi, dan kadar air, dan satu variabel output yaitu skala kualitas. Proses *fuzzyfikasi* diawali dengan pembentukan himpunan *fuzzy* dari setiap variabel *input* dan variabel *output*. Semesta pembicara yang digunakan adalah suatu himpunan bilangan riil yang telah diizinkan dalam permasalahan. Penentuan domain pada setiap himpunan *fuzzy* diperoleh dari keseluruhan nilai yang telah diizinkan dalam semesta pembicara. Pada penelitian ini pembentukan himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada Tabel 1.

3.2. Fuzzyfikasi

Berdasarkan variabel dan domain himpunan *fuzzy* yang telah dikompilasi, maka langkah selanjutnya adalah menentukan fungsi keanggotaan untuk setiap variabel baik *input* maupun *output*. Kemudian, berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan, kita dapat menghitung nilai atau derajat keanggotaan. Pada penelitian ini, enam variabel digunakan. Lima variabel *input* adalah warna, bulu, jenis, kondisi, dan kadar air, dan satu variabel *output* adalah skala kualitas. Hasil *Fuzzyfikasi* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil *Fuzzyfikasi*

Variabel	Himpunan	Nilai
Warna	Beras	1
	Putih	0
Bulu	Berat	0,5
	Sedang	0,5
Jenis	Sudut	0,6
	Mangkok 2	0,4
Kondisi	Utuh	1
Kadar air	≤10%	1

3.3. Pembentukan Basis Pengetahuan Fuzzy

Rule adalah sebuah aturan yang digunakan untuk mendapatkan sebuah keputusan dengan memperhatikan kondisi (Puryono, 2014). Berdasarkan basis pengetahuan atau *rule* terdapat 53 *rule*, dan *rule* yang sesuai dengan hasil *fuzzyfikasi* ada 4 *rule* pada data sarang burung walet dengan kode A9 dimana setiap *rule* memiliki kriteria himpunan *Fuzzy*. Dalam menentukan aturan *fuzzy* yang berlaku untuk data simulasi, abaikan variabel dari *fuzzyfikasi* yang memiliki derajat keanggotaan nol karena tidak berpengaruh untuk proses selanjutnya (Astuti dan Mashuri, 2020). *Rule* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Aturan atau *Rule* yang Digunakan

Rule	IF WARNA and BULU and JENIS and KONDISI and KADAR AIR THEN Skala Kualitas
[R5]	IF Warna BERAS and Bulu SEDANG and Jenis MANGKOK 2 and Kondisi UTUH and Kadar Air ≤10% THEN Skala Kualitas BAGUS
[R10]	IF Warna BERAS and Bulu BERAT and Jenis MANGKOK 2 and Kondisi UTUH and Kadar Air ≤10% THEN Skala Kualitas BAGUS
[R25]	IF Warna BERAS and Bulu SEDANG and Jenis SUDUT and Kondisi UTUH and Kadar Air ≤10% THEN Skala Kualitas BAGUS
[R26]	IF Warna BERAS and Bulu BERAT and Jenis SUDUT and Kondisi UTUH and Kadar Air ≤10% THEN Skala Kualitas BAGUS

3.4. Inferensi

Pada tahap ini fungsi *inferensi* yang digunakan untuk menentukan α -predikat metode *fuzzy tsukamoto* adalah fungsi MIN yang berfungsi untuk menentukan nilai z dari setiap *rule*. Berikut adalah perhitungan yang dilakukan.

[R5] IF Warna BERAS and Bulu SEDANG and Jenis MANGKOK 2 and Kondisi UTUH and Kadar Air ≤10% THEN Skala Kualitas BAGUS

$$\alpha\text{-predikat5} = \mu_{\text{Beras}} \cap \mu_{\text{Sedang}} \cap \mu_{\text{Mangkok 2}} \cap \mu_{\text{Utuh}} \cap \mu_{\leq 10\%}$$

$$\alpha\text{-predikat5} = \min(\mu_{\text{Beras}}[70], \mu_{\text{Sedang}}[45], \mu_{\text{Mangkok 2}}[72], \mu_{\text{Utuh}}[64], \mu_{\leq 10\%}[25])$$

$$\alpha\text{-predikat5} = \min(1; 0,5; 0,4; 1; 1)$$

$$\alpha\text{-predikat5} = 0,4$$

Lihat himpunan BAGUS pada grafik keanggotaan variabel Skala Kualitas,

$$\begin{aligned} (z5 - 50) / (55 - 50) &= 0,4 \\ (z5 - 50) / (5) &= 0,4 \\ (z5 - 50) &= 0,4 \times 5 \\ (z5 - 50) &= 2 \\ z5 &= 2 + 50 \\ z5 &= 52 \end{aligned}$$

[R10] IF Warna BERAS and Bulu BERAT and Jenis MANGKOK 2 and Kondisi UTUH and Kadar Air $\leq 10\%$ THEN Skala Kualitas BAGUS

$$\alpha\text{-predikat10} = \mu_{\text{Beras}} \cap \mu_{\text{Berat}} \cap \mu_{\text{Mangkok 2}} \cap \mu_{\text{Utuh}} \cap \mu_{\leq 10\%}$$

$$\alpha\text{-predikat10} = \min(\mu_{\text{Beras}}[70], \mu_{\text{Berat}}[45], \mu_{\text{Mangkok 2}}[72]), \mu_{\text{Utuh}}[64], \mu_{\leq 10\%}[25])$$

$$\alpha\text{-predikat10} = \min(1; 0,5; 0,4; 1; 1)$$

$$\alpha\text{-predikat10} = 0,4$$

Lihat himpunan BAGUS pada grafik keanggotaan variabel Skala Kualitas,

$$\begin{aligned} (z10 - 50) / (55 - 50) &= 0,4 \\ (z10 - 50) / (5) &= 0,4 \\ (z10 - 50) &= 0,4 \times 5 \\ (z10 - 50) &= 2 \\ z10 &= 2 + 50 \\ z10 &= 52 \end{aligned}$$

[R25] IF Warna BERAS and Bulu SEDANG and Jenis SUDUT and Kondisi UTUH and Kadar Air $\leq 10\%$ THEN Skala Kualitas BAGUS

$$\alpha\text{-predikat25} = \mu_{\text{Beras}} \cap \mu_{\text{Sedang}} \cap \mu_{\text{Sudut}} \cap \mu_{\text{Utuh}} \cap \mu_{\leq 10\%}$$

$$\alpha\text{-predikat25} = \min(\mu_{\text{Beras}}[70], \mu_{\text{Sedang}}[45], \mu_{\text{Sudut}}[72]), \mu_{\text{Utuh}}[64], \mu_{\leq 10\%}[25])$$

$$\alpha\text{-predikat25} = \min(1; 0,5; 0,6; 1; 1)$$

$$\alpha\text{-predikat25} = 0,5$$

Lihat himpunan BAGUS pada grafik keanggotaan variabel Skala Kualitas,

$$\begin{aligned} (z25 - 50) / (55 - 50) &= 0,5 \\ (z25 - 50) / (5) &= 0,5 \\ (z25 - 50) &= 0,5 \times 5 \\ (z25 - 50) &= 2,5 \\ z25 &= 2,5 + 50 \\ z25 &= 52,5 \end{aligned}$$

[R26] IF Warna BERAS and Bulu BERAT and Jenis SUDUT and Kondisi UTUH and Kadar Air $\leq 10\%$ THEN Skala Kualitas BAGUS

$$\alpha\text{-predikat26} = \mu_{\text{Beras}} \cap \mu_{\text{Berat}} \cap \mu_{\text{Sudut}} \cap \mu_{\text{Utuh}} \cap \mu_{\leq 10\%}$$

$$\alpha\text{-predikat26} = \min(\mu_{\text{Beras}}[70], \mu_{\text{Berat}}[45], \mu_{\text{Sudut}}[72]), \mu_{\text{Utuh}}[64], \mu_{\leq 10\%}[25])$$

$$\alpha\text{-predikat26} = \min(1; 0,5; 0,6; 1; 1)$$

$$\alpha\text{-predikat26} = 0,5$$

Lihat himpunan BAGUS pada grafik keanggotaan variabel Skala Kualitas,

$$\begin{aligned} (z26 - 50) / (55 - 50) &= 0,5 \\ (z26 - 50) / (5) &= 0,5 \\ (z26 - 50) &= 0,5 \times 5 \\ (z26 - 50) &= 2,5 \\ z26 &= 2,5 + 50 \\ z26 &= 52,5 \end{aligned}$$

Tabel 4. Hasil Inferensi

α -predikat setiap rule	Nilai	Nilai z setiap rule	Nilai
α -predikat5	0,4	z5	52
α -predikat10	0,4	z10	52
α -predikat25	0,5	z25	52,5
α -predikat26	0,5	z26	52,5

3.5. Defuzzyfikasi

Metode yang digunakan pada tahap defuzzyfikasi adalah Metode Average atau Metode Rata-Rata dengan menggunakan persamaan (1) yaitu jumlah α -predikat dikali z nilai variabel output masing-masing aturan implikasi dibagi jumlah nilai α -predikat. Berikut perhitungan rata-rata untuk menentukan nilai tegas z.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i z_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i}$$

$$Z = (\alpha\text{-predikat5}(z5) + \alpha\text{-predikat10}(z10) + \alpha\text{-predikat25}(z25) + \alpha\text{-predikat26}(z26)) / (\alpha\text{-predikat5} + \alpha\text{-predikat10} + \alpha\text{-predikat25} + \alpha\text{-predikat26})$$

$$Z = (0,4(52) + 0,4(52) + 0,5(52,5) + 0,5(52,5)) / (0,4 + 0,4 + 0,5 + 0,5)$$

$$Z = (20,8 + 20,8 + 26,25 + 26,25) / 1,8$$

$$Z = (94,1) / 1,8$$

$$Z = 52,27$$

Hasil defuzzyfikasi metode fuzzy tsukamoto dari salah satu data sarang burung walet yaitu kode A9 yang dijadikan contoh perhitungan yaitu 52,27 yang berada dalam kategori kualitas bagus dapat dilihat pada Tabel 1 untuk range skala kualitas. Dari 100 data sarang burung walet menggunakan metode fuzzy tsukamoto terdapat 79 data sarang burung walet berada pada kategori Bagus, 15 data sarang burung walet berada pada kategori Sangat Bagus, dan 6 data sarang burung walet berada pada kategori Tidak Bagus. Hasil kualitas sarang burung walet sebanyak 99 data sarang burung walet lainnya dilakukan perhitungan menggunakan alat bantu software Matlab dan Excel. Dimana hasil analisis kualitas menggunakan aplikasi Excel dan Matlab menghasilkan hasil yang sama.

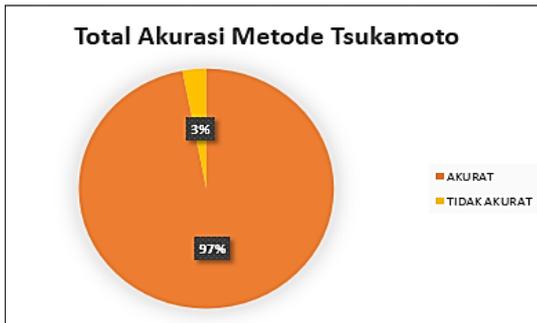
3.6. Hasil Pengujian

Hasil pengujian meliputi data hasil dari metode fuzzy tsukamoto dengan aplikasi Matlab maupun Excel dan dari data aktual yang diperoleh. Dari hasil tersebut terdapat 3 perbedaan hasil dari 100 data sarang burung walet dari data aktual. Perbandingan total analisis kualitas sarang burung walet data aktual dengan hasil perhitungan metode fuzzy tsukamoto dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perbandingan Hasil Analisis Kualitas Sarang Burung Walet

No	Skala Kualitas	Hasil Data Aktual	Hasil Perhitungan Tsukamoto
1	Sangat Bagus	14	15
2	Bagus	82	79
3	Tidak Bagus	4	6
JUMLAH		100	100

Selanjutnya dilakukan pengujian untuk mencari akurasi seberapa akurat metode *fuzzy tsukamoto* dalam menentukan kualitas sarang burung walet dengan membandingkan antara data yang terklasifikasi dengan benar dengan keseluruhan data dan dinyatakan dalam persentase. Pengujian akurasi menggunakan persamaan (2) menghasilkan total tingkat akurasi 97% dapat dilihat pada Gambar 2. Untuk Hasil uji akurasi analisis kualitas sarang burung walet menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 6.



Gambar 2. Grafik Total Akurasi

Tabel 6. Hasil Uji Akurasi

Kode	Hasil Data Aktual	Hasil Perhitungan Tsukamoto	Benar = 1 Salah = 0
A1	Bagus	Bagus	1
A2	Bagus	Bagus	1
A3	Bagus	Bagus	1
...
A98	Bagus	Bagus	1
A99	Bagus	Bagus	1
A100	Sangat Bagus	Sangat Bagus	1
Sangat Bagus	14	15	29
Bagus	82	79	161
Tidak Bagus	4	6	10
		BENAR	97
		SALAH	3
		TOTAL	100
		AKURAT	97%
		TIDAK AKURAT	3%

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa metode *fuzzy tsukamoto* dapat diterapkan pada kasus penentuan kualitas sarang burung walet dengan menggunakan 100 sarang burung dari salah satu penyedia di Samarinda. Hasil analisis *fuzzy tsukamoto* menerangkan terdapat 3 data sarang burung walet berbeda dengan data aktual. Terdapat 82 data sarang burung walet berada pada kategori Bagus sedangkan pada metode *fuzzy tsukamoto* 79 data sarang burung walet berada pada kategori Bagus. Data aktual 14 sarang burung walet berada pada

kategori Sangat Bagus sedangkan pada metode ini 15 data sarang burung walet berada pada kategori Sangat Bagus. Data aktual 4 sarang burung walet berada pada kategori Tidak Bagus sedangkan perhitungan dengan metode *fuzzy tsukamoto* 6 data sarang burung walet berada pada kategori Tidak Bagus. Hasil ini menunjukkan bahwa perhitungan metode *fuzzy tsukamoto* tidak memiliki perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan data aktual. Perhitungan akurasi menghasilkan nilai sebesar 97% yang merepresentasikan bahwa metode ini sangat akurat dan memiliki tingkat kepercayaan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

AGUSTIN, A.H., GANDHIADI, G.K. dan OKA, T.B. 2016 “Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Untuk Menentukan Harga Jual Sepeda Motor Bekas,” *E-Jurnal Matematika*, 5(4), hal. 176. Tersedia pada: <https://doi.org/10.24843/mtk.2016.v05.i04.p138>.

AJENG, N., SARI, B.W. dan PRABOWO, D. 2020 “Prediksi Pemberian Kelayakan Pinjaman Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto,” *Information System Journal (INFOS)*, 3(1), hal. 19.

ARISTA, R., SHOLIHIN, M. dan NAFI’YAH, N. 2019 “Sistem Penentuan Kualitas Pisang menggunakan Metode Fuzzy Pendahuluan Metode Penelitian,” 1(1).

ASTUTI, D.P.P. dan MASHURI 2020 “Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto dan Fuzzy Sugeno Dalam Penentuan Harga Jual Sepeda Motor,” *UNNES Journal of Mathematics*, 1(2252), hal. 75–84.

DEWI, M.E. 2020 “Benefits of Edible Bird Nest Consumption,” *Jurnal Kedokteran Ibnu Nafis*, 9(1), hal. 12–16.

LINARWATI, M., FATHONI, A. dan MINARSIH, M.M. 2016 “Studi Deskriptif Pelatihan Dan Pengembangan Sumberdaya Manusia Serta Penggunaan Metode Behavioral Event Interview Dalam Merekrut Karyawan Baru Di Bank Mega Cabang Kudus,” *Journal of Management*, 2(2), hal. 1–8.

NABABAN, S.Y. dan HARAHAP, M. 2020 “Implementasi Metode Tsukamoto Pada Analisis Prediksi Hasil Kelapa Sawit,” *Jurnal Penelitian Teknik Informatika Universitas*, 3(April), hal. 414–423.

NURAIIDA, N., IRYANTO, I. dan SEBAYANG, D. 2013 “Analisis Tingkat Kepuasan Konsumen Berdasarkan Pelayanan, Harga Dan Kualitas Makanan Menggunakan Fuzzy Mamdani (Studi Kasus Pada Restoran Cepat Saji Cfc Marelan),” *Saintia Matematika*,

- 1(6), hal. 543–555.
- PURYONO, D.A. 2014 “Metode Fuzzy Inferensi System Mamdani Untuk Menentukan Bantuan Modal Usaha Bagi UMKM Ramah Lingkungan,” *Jurnal STIMIKA*, 1(1), hal. 1–6.
- RAHAKBAUW, D.L. *et al.* 2019 “Penerapan Metode Fuzzy Mamdani untuk Memprediksi Jumlah Produksi Karet,” *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*, 16(April 2016), hal. 119–127.
- RINDENGAN, A.J dan YOHANES, A.. L. 2019 *Sistem Fuzzy, Sistem Fuzzy*. Bandung: CV. Patra Media Grafindo Bandung.
- SUSENO dan WIBOWO, S.H. 2019 “Penentuan Kapasitas Produksi Menggunakan Metode Fuzzy Inference System-Tsukamoto,” *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 1(1). Tersedia pada: <https://doi.org/10.37631/jri.v1i1.59>.
- WAHYUNI, S.N. 2019 “Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Pendeteksian Varitas Unggul pada Tanaman Jagung,” *IntechnoJournal*, 1(3), hal. 23–28.
- WANDHA CHAYANING, M. dan ANSHORI, I. 2022 “Strategi Pemasaran Sarang Burung Walet Di Lamongan Melalui Karakteristik Kerja,” *Jurnal Bisnis Terapan*, 6(1), hal. 53–62. Tersedia pada: <https://doi.org/10.24123/jbt.v6i1.4821>.

Halaman ini sengaja dikosongkan