

IDENTIFIKASI PENYAKIT TANAMAN PADI MENGGUNAKAN METODE *FUZZY TSUKAMOTO*

Sri Handayani¹, Randi Rian Putra²

^{1,2}Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia, Universitas Pembangunan Panca Budi
srihandayani111218@gmail.com¹, randirian@dosen.pancabudi.ac.id²

ABSTRAK

Selama beberapa dekade terakhir, tanaman padi sangat diakui sebagai salah satu sumber energi yang kuat untuk produksi sumber daya, Tanaman padi dibudidayakan dilima wilayah dunia yaitu Asia, Afrika, Amerika, Eropa, dan Oceania. Padi merupakan hal krusial bagi manusia khususnya orang Indonesia. Sebagian besar penduduk warga Indonesia bekerja pada bidang pertanian umumnya padi. Beberapa masalah yang menyerang tanaman padi yang menyebabkan gagal panen adalah kurangnya pengetahuan petani dalam menangani masalah hama padi diantaranya hama tikus, hama penggerek batang, hama wereng coklat, hama wereng hijau, hama keong mas, hama putih palsu, hama ganjur. Salah satu penyakit pada tanaman padi adalah gangguan pada daun. Jenis penyakit pada daun tanaman padi sangat beragam, jenis penyakitnya dikenali dengan baik oleh para pakar. Setelah jenis penyakit teridentifikasi baru dapat diberikan solusi untuk mengatasinya. Namun jenis penyakit pada daun tanaman padi ini terkadang tidak teridentifikasi oleh orang yang awam, sehingga akan berakibat kesalahan mengidentifikasi jenis penyakit dan penanganannya. Bahkan para pakar pun bisa melakukan kesalahan identifikasi jika dalam kondisi capek atau kondisi yang tidak mendukung. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan identifikasi dengan computer vision. Computer vision telah banyak di pakai dalam mengidentifikasi jenis panyakit tanaman. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi penyakit tanaman padi adalah metode *Fuzzy Tsukamoto* karena metode ini memiliki ketepatan untuk mendeteksi hama melalui citra digital, Kemudian dari metode tersebut dilakukan perancangan sistem dalam sebuah *Software* aplikasi sehingga dapat membantu petani dalam mengidentifikasi penyakit tanaman padi

Kata kunci: *Tanaman, Penyakit, Padi, Fuzzy Tsukamoto*

ABSTRACT

Over the last few decades, the rice plant has been highly recognized as one of the strongest sources of energy for resource production. Rice plants are cultivated in five regions of the world namely Asia, Africa, America, Europe, and Oceania. Rice is crucial for humans, especially Indonesians. Most of the population of Indonesian citizens work in agriculture, generally rice. Some of the problems that attack rice plants that cause crop failure are the lack of knowledge of farmers in dealing with rice pest problems including rat pests, stem borer pests, brown planthopper pests, green leafhopper pests, golden snail pests, false white pests, ganjur pests. One of the diseases in rice plants is leaf disturbance. The types of diseases on the leaves of rice plants are very diverse, the types of diseases are well recognized by experts. After a new type of disease is identified, a solution can be given to overcome it. However, this type of disease on the leaves of rice plants is sometimes not identified by ordinary people, so that it will result in errors in identifying the type of disease and its treatment. Even experts can make identification mistakes if they are tired or in unfavorable conditions. To overcome this can be identified with computer vision. Computer vision has been widely used in identifying plant disease types. The method used to identify rice plant diseases is the Fuzzy Tsukamoto method

because this method has the accuracy to detect pests through digital images. Then from this method a system design is carried out in an application software so that it can help farmers identify rice plant diseases.

Keywords: *Plants, Diseases, Rice, Fuzzy Tsukamoto*

PENDAHULUAN

Selama beberapa dekade terakhir, tanaman padi sangat diakui sebagai salah satu sumber energi yang kuat untuk produksi sumber daya, Tanaman padi dibudidayakan dilima wilayah dunia yaitu Asia, Afrika, Amerika, Eropa, dan Oceania. [1]. Padi merupakan salah satu tanaman yang paling banyak diminati oleh negara Indonesia, karena padi banyak mengandung karbohidrat yang sangat tinggi, sehingga padi dijadikan sebagai bahan baku industri pakan dan pangan serta sebagai makanan pokok di beberapa daerah di Indonesia. Padi merupakan hal krusial bagi manusia khususnya orang Indonesia. Sebagian besar penduduk warga Indonesia bekerja pada bidang pertanian umumnya padi [2]. Beberapa masalah yang menyerang tanaman padi yang menyebabkan gagal panen adalah kurangnya pengetahuan petani dalam menangani masalah hama padi diantaranya hama tikus, hama penggerek batang, hama wereng coklat, hama wereng hijau, hama keong mas, hama putih palsu, hama ganjur [3].

Penyakit tanaman merupakan salah satu penyebab penurunan kualitas dan kuantitas hasil pertanian [4]. Penyakit yang menyerang daun tanaman padi dapat mengakibatkan berkurangnya jumlah produksi padi [5]. Selama proses budidaya, banyak tanaman padi yang rentan terkena serangan penyakit dan hama, antara lain: hawar daun, rumput tongguo, semburan padi, dan kerdil rumput. Umumnya pada saat tanaman padi terserang penyakit dan hama, petani langsung menggunakan pestisida atau dengan cara penanggulangan yang terkadang kurang sesuai dengan penyakit dan hama yang terjangkau pada tanaman padi [6].

Salah satu penyakit pada tanaman padi adalah gangguan pada daun. Jenis penyakit pada daun tanaman padi sangat beragam, jenis penyakitnya dikenali dengan baik oleh para pakar. Setelah jenis penyakit teridentifikasi baru dapat diberikan solusi untuk mengatasinya. Namun jenis penyakit pada daun tanaman padi ini terkadang tidak teridentifikasi oleh orang yang awam, sehingga akan berakibat kesalahan mengidentifikasi jenis penyakit dan penanganannya. Bahkan para pakar pun bisa melakukan kesalahan identifikasi jika dalam kondisi capek atau kondisi yang tidak mendukung. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan identifikasi dengan computer vision. Computer vision telah banyak di pakai dalam mengidentifikasi jenis panyakit tanaman [5].

Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi penyakit tanaman padi adalah metode *Fuzzy Tsukamoto* karena metode ini memiliki ketepatan untuk mendeteksi hama melalui citra digital [7]. Metode *Fuzzy Tsukamoto* terdiri dari tiga tahap penghitungan: *Fuzzifikasi*, mesin *Inferensi*, dan *Defuzzifikasi* [8]. Dalam metode *Tsukamoto*, setiap aturan berbentuk hubungan antara sebab akibat atau masukan-keluaran di mana anteseden dan konsekuensi harus terkait [9]. Konsep sistem *Fuzzy* juga dapat diartikan sebagai perkiraan penalaran. Model *Fuzzy* didasarkan pada aturan komposisi inferensi, dimulai dengan pengenalan ide dan aturan *Fuzzy* lainnya [10].

METODE

Metodologi yang dilakukan pada penelitian yang berupa bentuk kerangka kerja, yang tersusun dari mendefinisikan masalah, analisa masalah, menentukan tujuan, mempelajari literature, pengumpulan data, analisa data, perancangan *Fuzzy* dan Pengujian hasil. Dari beberapa dari kerangka kerja ini semoga bisa menyelesaikan penelitian ini dengan sebaik mungkin. Metodologi penelitian dilakukan dengan cara sistematis yang digunakan sebagai pedoman penelitian. Adapun bentuk kerangka kerja penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut[11]:

1. Mendefinisikan Ruang Lingkup Masalah

Mendefinisikan ruang lingkup masalah adalah langkah awal yang dilakukan dalam membangun sebuah penelitian, karena ruang lingkup masalah yang akan diteliti harus ditentukan terlebih dahulu, karena tanpa mampu menentukan serta mendefinisikan batasan masalah yang akan diteliti, maka tidak akan pernah didapat suatu solusi yang terbaik dari masalah tersebut agar lebih terarah.

2. Analisa Masalah

Pada analisa masalah, akan dilakukan suatu analisa mengenai permasalahan yang diangkat dalam penelitian. Ini sesuai dengan batasan masalah yang telah ditentukan. Dengan menganalisa masalah yang telah ditentukan tersebut, maka diharapkan masalah dapat dipahami dengan baik.

3. Menentukan Tujuan

Yang menjadi tujuan pada penelitian ini adalah menentukan akurasi dalam mengidentifikasi penyakit tanaman padi sesuai dengan tujuan (*goal*), kriteria dan alternatif dari pilihan tersebut. Setelah melakukan kajian, maka sasaran akhir dari penelitian ini agar dapat diterapkan.

4. Mempelajari Literatur Yang Berkaitan Dengan Judul

Mempelajari *Literatur* adalah salah satu cara dalam membangun sebuah penelitian yang berdasarkan referensi yang sudah dipelajari baik berupa jurnal, buku dan lainnya. Kemudian *literatur-literatur* yang dipelajari tersebut diseleksi untuk dapat ditentukan *literatur* mana yang akan digunakan dalam penelitian ini.

5. Mengumpulkan Data-Data Yang Dibutuhkan

Dalam mengumpulkan data dilakukan Observasi yaitu pengamatan secara langsung ditempat penelitian sehingga masalah yang ada dapat diketahui secara jelas. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Observasi dan kajian tentang penentuan parameter yang akan digunakan dalam menentukan jenis penyakit tanaman padi. Kajian ini untuk mengetahui secara langsung permasalahan yang ada, sehingga dapat di implementasikan dengan metode *Fuzzy Tsukamoto*.
- b. *Libarary Reseach* (Tinjauan Pustaka)
Tinjauan pustaka dilakukan untuk melihat literatur- literatur yang berhubungan dengan judul tentang mengidentifikasi penyakit tanaman padi[12].
- c. Tatap muka dilakukan untuk menanyakan data - data kepada seorang pakar dibidang penyakit tanaman padi serta menentukan jenis kriteria data dan bentuk dari jenis penyakit tanaman padi yang akan diolah.

6. Menganalisa Data-Data Yang Telah Ada

Bagian ini bertujuan untuk menganalisa dan memahami teknik yang akan digunakan dalam pengolahan data yang telah diperoleh, sehingga nantinya akan dibuat suatu hirarki sederhana yang terdiri dari tiga level : *goal* atau tujuan utama, kriteria, dan alternatif.

7. Perancangan Logika Fuzzy

Didalam melakukan perancangan logika *Fuzzy* ada beberapa tahapan yang harus dilalui, diantaranya adalah :

- a. Pendefinisian *Variabel Fuzzy*.
- b. Pendefinisian himpunan *Fuzzy*, dari *Variabel Fuzzy* yang telah didefinisikan dan dibutuhkan beberapa atribut.
- c. Mendefinisikan fungsi keanggotaan, proses ini menghitung fungsi derajat keanggotaan (μ), data yang akan dihitung fungsi keanggotaannya adalah berdasarkan atribut yang ada pada masing-masing *Variabel Fuzzy*.
- d. Menentukan himpunan *Fuzzy* adalah mengelompokan sesuatu berdasarkan *Variabel* bahasa (*Linguistik Variabel*), yang dinyatakan dengan fungsi

8. Implementasi Fuzzy Menggunakan Visual Basic 2008

Implementasi pengujian model *Fuzzy Tsukamoto* dari hasil perancangan sistem dengan menggunakan alat bantu komputer dengan sistem operasi Windows dan menggunakan *Software* aplikasi *Visual Basic 2008*, yang selanjutnya dapat dirancang dengan spesifikasi *Hardware* dan *Software*

HASIL

Hasil pada penelitian ini berisi rancangan dalam mengidentifikasi penyakit tanaman padi menggunakan *fuzzy tsukamoto*, serta bentuk pengelolaan data penyakit tanaman padi yang sudah dikelompokkan dalam bentuk table.

Analisa Permasalahan

Dalam melakukan identifikasi pada tanaman padi diperlukan dasar pengetahuan, dalam hal ini perlu diperhatikan gejala-gejala yang menyebabkan terjadinya penyakit padi. Penyakit padi sendiri biasanya masih diidentifikasi secara manual oleh petani tanpa bantuan aplikasi komputer. Basis-basis pengetahuan yang didapat oleh para ahli tanaman padi tersebut dalam hal ini sangat dibutuhkan oleh para petani dalam mengidentifikasi penyakit tanaman padi.

Pengelolaan Data Penyakit Tanaman Padi Dengan Fuzzy

Identifikasi penyakit tanaman padi dalam hal ini menganalisa pengolahan datanya dengan menggunakan metode *Tsukamoto*. Di mana kategori penyakit tanaman padi dapat dilihat pada table di bawah ini:

Tabel 1. Kategori Penyakit Padi

No	Nama Penyakit
1	Tungro
2	Kerdil Rumput
3	Kerdil Hampa
4	Blast
5	Bercak Coklat
6	Hawar Pelepah
7	Hawar Bakteri
8	Daun Jingga
9	Kerdil Kuning

Analisa Penyakit Padi Dengan *Fuzzy Tsukamoto*

Dalam tahapan-tahapan dalam menganalisa identifikasi penyakit tanaman padi dengan metode *Tsukamoto* adalah sebagai berikut:

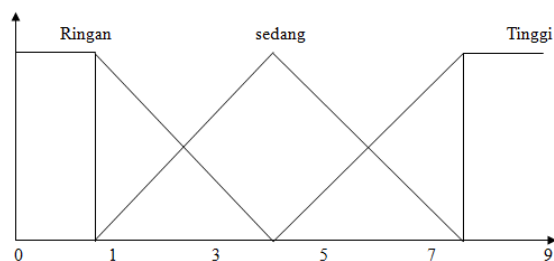
Dalam *Fuzzifikasi* derajat keanggotaan dari nilai *Linguistik Variabel input* ada persamaan matematika yang harus dilakukan sebagai berikut:

$$\mu_{ringan}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \\ 1; & 0 < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b < x \leq c \\ 0; & x > c \end{cases}$$

$$\mu_{sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 1 \\ \frac{c-x}{c-a} & a < x \leq c \\ \frac{e-x}{e-c}; & c < x \leq e \\ 0; & x > e \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq c \\ \frac{e-x}{e-c}; & c < x \leq e \\ 1 & x > e \end{cases}$$

Dalam grafik fungsi derajat keanggotaan dapat dilihat pada gambar 4.1 sebagai berikut:



Gambar 1 Grafik Fungsi Derajat Keanggotaan

Dalam proses inferensi terdapat aturan-aturan untuk mengontrol inputan yang berupa *Variabel Linguistik*. Metode inferensi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode max-min inferensia. langkah-langkah untuk mencari nilai *miu* (μ)

dari hasil proses *Fuzzifikasi*. Pencarian ini dilakukan terus sampai semua *rules* mendapatkan nilai *miu* nya.

A. *Rules Base* Pertama Pengetahuan Gejala Penyakit padi

Tabel *rules bases* pertama pengetahuan untuk Identifikasi penyakit tanaman padi dengan menggunakan *rules IF* Gejala *THEN* nama Penyakit dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Kategori *Rule Base* Pengetahuan Penyakit Padi

No		Gejala		Penyakit
1	<i>IF</i>	Tanaman kerdil	<i>THEN</i>	Tungro
2	<i>IF</i>	Anakan berkurang / sedikit	<i>THEN</i>	Tungro
3	<i>IF</i>	Daun menguning sampai jingga dari pucuk ke pangkal	<i>THEN</i>	Tungro
4	<i>IF</i>	Daun muda terlihat seperti mottle	<i>THEN</i>	Tungro
5	<i>IF</i>	Daun tua seperti bintik-bintik coklat bekas ditusuk	<i>THEN</i>	Tungro
6	<i>IF</i>	Bercak-bercak berwarna coklat	<i>THEN</i>	Kerdil Rumput
7	<i>IF</i>	Daun pendek dan sempit	<i>THEN</i>	Kerdil Rumput
8	<i>IF</i>	Daun berwarna hijau pucat / kekuning-kuningan	<i>THEN</i>	Kerdil Rumput
9	<i>IF</i>	Bercak menyerang daun	<i>THEN</i>	Kerdil Rumput
10	<i>IF</i>	Tumbuh tegak	<i>THEN</i>	Kerdil Rumput
11	<i>IF</i>	Daun melingkar seperti terpinil	<i>THEN</i>	Kerdil Hampa
12	<i>IF</i>	Tepi helai daun bergerigi	<i>THEN</i>	Kerdil Hampa
13	<i>IF</i>	Daun bendera robek-robek / berombak - ombak sepanjang pembuluh	<i>THEN</i>	Kerdil Hampa
14	<i>IF</i>	Daun berwarna hijau tua	<i>THEN</i>	Kerdil Hampa
15	<i>IF</i>	Gabah yang di hasilkan hampa/kosong	<i>THEN</i>	Kerdil Hampa
16	<i>IF</i>	Malai keluar	<i>THEN</i>	Kerdil Hampa
17	<i>IF</i>	Bercak berbentuk oval atau elips	<i>THEN</i>	Blast
18	<i>IF</i>	Bercak menyerang daun	<i>THEN</i>	Blast
19	<i>IF</i>	Bercak berwarna kelabu / keputihan	<i>THEN</i>	Blast
20	<i>IF</i>	Bercak dilingkari warna coklat / merah kecoklatan	<i>THEN</i>	Blast
21	<i>IF</i>	Pangkal leher malai berwarna coklat keabuabuan	<i>THEN</i>	Blast
22	<i>IF</i>	Daerah dekat leher panikel berwarna coklat	<i>THEN</i>	Blast
23	<i>IF</i>	Bercak hitam / coklat pada kulit gabah	<i>THEN</i>	Bercak Coklat
24	<i>IF</i>	Bercak pada pelepah daun bagian bawah	<i>THEN</i>	Hawar Pelepah
25	<i>IF</i>	Bercak berwarna abu-abu kehijauan / hijau keabu-abuan	<i>THEN</i>	Hawar Pelepah
26	<i>IF</i>	Tepi daun luka berupa garis bercak Kebasahan	<i>THEN</i>	Hawar Bakteri
27	<i>IF</i>	Daun keriput dan layu seperti tersiram air panas	<i>THEN</i>	Hawar Bakteri
28	<i>IF</i>	Daun menggulung dan mongering	<i>THEN</i>	Hawar Bakteri
29	<i>IF</i>	Daun berwarna abu-abu keputih-putihan	<i>THEN</i>	Hawar Bakteri

30	<i>IF</i>	Daun tua normal, daun muda pucat klorosis	<i>THEN</i>	Hawar Bakteri
31	<i>IF</i>	Daun berwarna jingga	<i>THEN</i>	Daun Jingga
32	<i>IF</i>	Akar tanaman lebih sedikit	<i>THEN</i>	Daun Jingga
33	<i>IF</i>	Daun berwarna hijau pucat atau kuning pucat	<i>THEN</i>	Kerdil Kuning
34	<i>IF</i>	Anakan tumbuh lemas	<i>THEN</i>	Kerdil Kuning

B. Melakukan Inputan Nilai Derajat Keanggotaan

Dari penalaran *Fuzzy* secara *linguistik* yang didiskripsikan secara numerik dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 3. Penalaran *Fuzzy* Secara *Linguistik*

No	Penalaran <i>Fuzzy Linguistik</i>	Nilai numerik
1	Gejala penyakit terlihat sedikit	1
2	Gejala penyakit terlihat sangat sedikit	2
3	Gejala penyakit terlihat sangat sedikit sekali	3
4	Gejala penyakit terlihat sedang	4
5	Gejala penyakit terlihat sangat sedang	5
6	Gejala penyakit terlihat sangat sedang sekali	6
7	Gejala penyakit terlihat sedikit tinggi	7
8	Gejala penyakit terlihat tinggi	8
9	Gejala penyakit terlihat sangat tinggi	9
10	Gejala penyakit terlihat sangat tinggi sekali	10

Dari inputan data gejala-gejala penyakit tanaman padi yang dialami oleh seseorang petani, diinputkan dengan penalaran *Fuzzy* secara *linguistik* yang didiskripsikan secara numeric, misalnya dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 4. *Input* Data Gejala Penyakit Tanaman Padi

Kode	Gejala	Nilai
G01	Tanaman kerdil	7
G02	Anakan berkurang / sedikit	6
G03	Daun menguning sampai jingga dari pucuk ke pangkal	7
G04	Daun muda terlihat seperti mottle	6
G05	Daun tua seperti bintik-bintik coklat bekas ditusuk	7
G06	Bercak-bercak berwarna coklat	8
G07	Daun pendek dan sempit	3
G08	Daun berwarna hijau pucat / kekuning-kuningan	5
G09	Bercak menyerang daun	6
G10	Tumbuh tegak	2
G11	Daun melingkar seperti terpinin	5
G12	Tepi helai daun bergerigi	1
G13	Daun bendera robek-robek / berombak - ombak sepanjang pembuluh	6
G14	Daun berwarna hijau tua	7
G15	Gabah yang di hasilkan hampa/kosong	8
G16	Malai keluar	6
G17	Bercak berbentuk oval atau elips	5
G18	Bercak menyerang daun	3

G19	Bercak berwarna kelabu / keputihan	4
G20	Bercak dilingkari warna coklat / merah kecoklatan	6
G21	Pangkal leher malai berwarna coklat keabu-abuan	5
G22	Daerah dekat leher panikel berwarna coklat	8
G23	Bercak hitam / coklat pada kulit gabah	4
G24	Bercak pada pelepah daun bagian bawah	7
G25	Bercak berwarna abu-abu kehijauan / hijau keabu-abuan	1
G26	Tepi daun luka berupa garis bercak Kebasahan	2
G27	Daun keriput dan layu seperti tersiram air panas	4
G28	Daun menggulung dan mongering	3
G29	Daun berwarna abu-abu keputih-putihan	5
G30	Daun tua normal, daun muda pucat klorosis	6
G31	Daun berwarna jingga	5
G32	Akar tanaman lebih sedikit	7
G33	Daun berwarna hijau pucat atau kuning pucat	6
G34	Anakan tumbuh lemas	3

C. Perhitungan Mencari *Miu* (μ)

Dalam perhitungan mencari *miu* (μ) setiap gejala yang dialami petani adalah sebagai berikut:

1. G01 Tanaman kerdil = 7

$$\mu \text{ ringan}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \\ 1; & 0 < x \leq 3 \\ \frac{5-x}{5-3}; & 3 < x \leq 5 \\ 0; & x > 5 \end{cases}$$

$$\mu \text{ sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 1 \\ \frac{5-x}{5-1} & 1 < x \leq 5 \\ \frac{9-x}{9-5}; & 5 < x \leq 9 \\ 0; & x > 9 \end{cases}$$

$$\mu \text{ tinggi}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 5 \\ \frac{9-x}{9-5}; & 5 < x \leq 9 \\ 1 & x > 9 \end{cases}$$

$$\mu \text{ ringan}(x) = (5-x)/2 = (5-7)/2 = 0$$

$$\mu \text{ sedang}(x) = (9-x)/4 = (9-7)/4 = 0,5$$

$$\mu \text{ tinggi}(x) = (9-x)/4 = (9-7)/4 = 0,5$$

2. G02 Anakan Berkurang Sedikit = 6

$$\mu \text{ ringan}(x) = (5-x)/2 = (5-6)/2 = 0$$

$$\mu \text{ sedang}(x) = (9-x)/4 = (9-6)/4 = 0,75$$

$$\mu \text{ tinggi}(x) = (9-x)/4 = (9-6)/4 = 0,75$$

dan seterusnya sampai dengan jumlah gejala penyakit tanaman padi.

SIMPULAN

Berdasarkan identifikasi penyakit tanaman padi sehingga didapat proses perhitungan menggunakan fuzzy tsukamoto dengan data penyakit dan data gejala sehingga hasil dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulannya adalah sebagai berikut:

1. Derajat keanggotaan pada gejala-gejala penyakit tanaman padi yang muncul dideskripsikan secara linguistik ke nilai numerik dengan *range* nilai antara 1-10, semakin besar nilai yang diinputkan maka semakin tinggi tingkat gejala penyakit yang sering muncul.
2. Nilai persamaan untuk *defuzifikasi* pada setiap gejala menggunakan persamaan derajat keanggotaan RINGAN dengan persamaan $(5 - x) / 2$ untuk mencari resiko terkecil dari setiap identifikasi, dengan *range* tingkat identifikasi penyakit terukur antara nilai 3 sampai 5, selebihnya adalah *NaN* (tidak terhingga).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. K. Sethy, N. K. Barpanda, A. K. Rath, and S. K. Behera, "Image Processing Techniques for Diagnosing Rice Plant Disease: A Survey," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 167, no. 2019, pp. 516–530, 2020, doi: 10.1016/j.procs.2020.03.308.
- [2] W. Febrianto, A. Yudha Suryatama, N. Afrianto, I. Mualana, P. Nur Hidayat, and J. Ipmawati, "Analisis Sistem Pakar Untuk Mengidentifikasi Penyakit Dan Hama Pada Tanaman Padi Dengan Metode Bayes," *Smart Comp Jurnalnya Orang Pint. Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 11–16, 2019, doi: 10.30591/smartcomp.v8i1.1311.
- [3] O. Nurdiawan, "Penerapan Sistem Pakar Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno Identifikasi Hama Tanaman Padi," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 5, no. 1, pp. 45–59, 2018, doi: 10.35957/jatisi.v5i1.112.
- [4] H. B. Prajapati, J. P. Shah, and V. K. Dabhi, "Detection and classification of rice plant diseases," *Intell. Decis. Technol.*, vol. 11, no. 3, pp. 357–373, 2017, doi: 10.3233/IDT-170301.
- [5] R. N. Whidhiasih and I. Ekawati, "Identifikasi Jenis Penyakit Daun Padi Menggunakan Adaptif Neuro Fuzzy Inferene System (ANFIS)," *Semin. Nas. Energi Dan Teknol.*, pp. 131–140, 2019.
- [6] Y. Wendra and D. Aldo, "Metode Case Based Reasoning Untuk Identifikasi Penyakit Tanaman Padi," *Jursima*, vol. 8, no. 2, pp. 103–110, 2020.
- [7] D. A. Puryono, "Sistem Informasi Pendeteksi Hama Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Android," vol. 10, no. 2, pp. 63–69, 2018, doi: 10.31219/osf.io/hpk5s.
- [8] E. Nugraha, A. P. Wibawa, M. L. Hakim, U. Kholifah, R. H. Dini, and M. R. Irwanto, "Implementation of fuzzy tsukamoto method in decision support system of journal acceptance," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1280, no. 2, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1280/2/022031.
- [9] S. Hardi, A. Triwiyono, and Amalia, "Expert System for Diagnosing Osteoarthritis with Fuzzy Tsukamoto Method," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1641, p. 012107, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1641/1/012107.
- [10] D. Sitanggang *et al.*, "Diagnosing chicken diseases using fuzzy Tsukamoto web-based expert system," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 505, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/505/1/012086.
- [11] R. R. Putra, N. A. Putri, and C. Wadisman, "Village Fund Allocation Information System for Community Empowerment in Klambir Lima Kebun Village," *J. Appl. ...*, vol. 3, no. 2, pp. 98–104, 2022, [Online]. Available: <https://journal.yrpiiku.com/index.php/jaets/article/view/681%0Ahttps://journal.yrpiiku.com/index.php/jaets/article/download/681/467>

- [12] R. R. Putra and C. Wadisman, "Penentuan Siswa Berprestasi Dengan Metode Simple Additive Weighting Berbasis Web," *INTECOMS J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 25–31, 2020, doi: 10.31539/intecom.s.v3i1.1293.