

## Penerapan Sistem Pakar Menggunakan Metode *Fuzzy Sugeno* Identifikasi Hama Tanaman Padi

Odi Nurdiawan<sup>\*1</sup>, Ayu Nur Pusvitasari<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Jln Perjuangan No 10 B Majasem Kesambi Kota Cirebon

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknologi Informasi, STMIK IKMI Cirebon

e-mail: <sup>1</sup>odynurdiawan@gmail.com, <sup>2</sup>ayunurpusvitasari@gmail.com

### Abstrak

Para petani tanaman padi mengalami berbagai permasalahan dalam menangani hama pada tanaman padi. Menurut Kepala BPP (Badan Pelaksana Penyuluhan) Kabupaten Tegal, hama pada tanaman padi memberikan banyak kerugian salah satunya gagal panen. Berdasarkan data komoditas produksi tanaman padi dari tahun 2010 – 2015 mengalami kondisi naik turun, dimana pada tahun 2010 produksi padi mengalami kenaikan yang cukup tinggi sebanyak 368.450,57 ton turun drastis di tahun 2013 sebanyak 211.543,33 ton hingga di tahun 2015 hanya mengalami sedikit kenaikan sebanyak 317,821,16 ton. 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. Penelitian ini menggunakan metode sugeno, dimana tahapan metode fuzzy sugeno adalah Pembentukan himpunan Fuzzy mengaplikasikan fungsi implikasi (aturan). Komposisi aturan, didapat dari kumpulan data hubungan antar aturan. Penegasan (Defuzzifikasi), input dari defuzzifikasi adalah konstanta atau persamaan linier. Penelitian ini dapat menghasilkan perangkat lunak yang dapat membantu para petani memecahkan permasalahan dalam mendiagnosis hama tanaman padi, yang didasarkan pada gejala-gejala yang ditemukan di lapangan. serta dapat memberikan solusi yang baik berupa hasil jenis hama yang ditimbulkan, cara pengendaliannya, pengobatan, penanggulangannya.

**Kata kunci**—Sistem Pakar, Sugeno, Fuzzy, Hama, Padi

### Abstract

Paddy farmers have various problems in handling rice pests. According to the Head of BPP Kabupaten Tegal, rice plant pests give a lot of losses, one of which failed to harvest. Based on data from rice production from 2010 to 2015 have ups and downs, where in 2010 rice production increased quite high as many as 368,450.57 tons fell drastically in 2013 as much as 211,543.33 tons until in 2015 only slightly increased as much as 317.821, 16 tons . Some of the problems affecting rice crops that cause crop failure are the lack of knowledge of farmers in handling rice pest problems such as rat pests, stem borers, brown plant hopper pests, green leafhopper pests, snail pests, fake white pests, gamur. This study uses sugeno method, where fuzzy sugeno phase is a Fuzzy arrangement that implements the function of implication (rule). The composition of rules, derived from the data set of relationships between rules. Affirmation (Defuzzification), the input of defuzzification is a constant or a linear equation. This research can produce software that can help farmers solve problems in diagnosing rice pests, based on the symptoms found in the field. and can provide a good solution in the form of the results of the type of pest inflicted, the way of control, treatment, handling.

**Keywords**—Expert System, Sugeno, Fuzzy, Pest, Rice

## 1. PENDAHULUAN

Secara administratif wilayah kabupaten Tegal terbagi menjadi 18 Kecamatan, dengan luas wilayah 878.79 km<sup>2</sup>, seluruhnya berada pada ketinggian antara ±0-1600 mdpl (Meter di atas permukaan laut). Kabupaten Tegal merupakan salah satu daerah yang memperoleh penghargaan dari Presiden RI atas keberhasilannya dalam meningkatkan produksi padi yang mencapai 368.458,57 ton gabah, sekitar 60 persen penduduk didaerah Kabupaten Tegal bekerja pada sektor pertanian, yang mayoritas penduduknya bermata pencaharian sebagai petani padi. Dalam usaha penanaman padi salah satu resiko yang dihadapi oleh petani adalah adanya hama tanaman padi yang terlambat untuk di diagnosis dan sudah mencapai tahap yang parah, sehingga menyebabkan terjadinya gagal panen. Oleh karena itu, mengenal gejala dari masing masing hama pada tanaman padi merupakan hal yang sangat penting bagi suksesnya proses penanaman padi.

Menurut Yulianto dkk dalam penelitiannya yang berjudul Model Sistem Pakar Diagnosa Hama Tanaman Padi untuk memberikan solusi penanggulangan, menyatakan bahwa: "Padi merupakan sumber karbohidrat utama bagi mayoritas penduduk dunia salah satunya penduduk Indonesia. Padi mempunyai daun tunggal berbentuk pita yang panjangnya 15-30 cm. Ujungnya runcing, tepinya rata, berpelepah, pertulangan sejajar, dan berwarna hijau. Buahnya keras dan terjurai pada tangkai. Setelah tua, warna hijau akan menjadi kuning. Bijinya keras, berbentuk bulat telur, ada yang berwarna putih atau merah. Tanaman ini merupakan tanaman yang berbatang basah, dengan tinggi antara 50 cm -1,5 m. Batangnya tegak, lunak, beruas, berongga, kasar dan berwarna hijau. Pada umumnya beras berwarna putih, walaupun ada juga beras yang berwarna merah. Padi yang termasuk keluarga rumput -rumputan ini ditanam dari bijinya secara langsung atau melalui persemaian dahulu. [7]

Menurut Muhamad Arsyad dalam penelitiannya yang berjudul Implementasi Metode *Sugeno* Pada Sistem Pakar Penentuan Stadium Pada Penyakit Tuberculosis (TBC). menyatakan bahwa: "Penalaran dengan metode *Sugeno* hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja *output (konsekuen)* sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Sistem *fuzzy Sugeno* memperbaiki kelemahan yang dimiliki oleh sistem *fuzzy* murni untuk menambah suatu perhitungan matematika sederhana sebagai bagian *THEN*. Pada perubahan ini, sistem *fuzzy* memiliki suatu nilai rata-rata tertimbang (*Weighted Average Values*) di dalam bagian aturan *fuzzyIF-THEN*. Kelemahannya terutama pada bagian *THEN*, yaitu dengan adanya perhitungan matematika sehingga tidak dapat menyediakan kerangka alami untuk representasikan pengetahuan manusia dengan sebenarnya. [7]

Studi pustaka dan literatur diatas, akan dijadikan sebagai landasan untuk melaksanakan penelitian ini, dimana penelitian yang akan di lakukan berfokus pada identifikasi hama tanaman padi melalui penerapan sistem pakar dengan metode *fuzzy sugeno* dalam upaya pengendalian terhadap gangguan hama. Maka berdasarkan studi pustaka dan literature, maka dapat disimpulkan bahwa masalah hama pada tanaman padi di kabupaten Tegal menyebabkan kegagalan panen karena ketidaktahuannya serta kurangnya pengetahuan para petani dalam mengendalikan hama yang menyerang tanaman padi mereka pada saat masa tanam, namun para petani masih menganggap gejala tersebut sudah biasa hingga petani mulai khawatir saat timbul gejala yang sangat parah dan meluas, dan akhirnya sudah terlambat untuk dikendalikan.

Kabupaten Tegal merupakan salah satu daerah yang memperoleh penghargaan dari Presiden RI atas keberhasilannya dalam meningkatkan produksi padi atau gabah yang mencapai 368.458,57 ton gabah. Komoditas produksi tanaman padi di kabupaten Tegal dari tahun 2010-2015 mengalami kondisi yang naik turun, dimana pada tahun 2010 produksi padi atau gabah yang mencapai 368.458,57 ton gabah. Pada tahun 2011 total produksi padi menjadi sebanyak 341.480,33 ton gabah. Pada tahun 2012 produksi menurun sedikit menjadi 317.821,16 ton gabah, dan sempat turun ditahun 2013 menjadi 211.543,00 ton sebelum naik lagi di tahun 2014 menjadi 317.821,02 ton. Pada tahun 2015 hanya mengalami sedikit kenaikan yaitu 317.821,16

ton dalam kondisi seperti ini disebabkan oleh beberapa faktor masalah seperti proses perawatan dan cara bertanam yang tidak tepat, menurunnya kualitas hasil padi, kurangnya memperhatikan laju pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan padi, ketidaktepatan dalam memilih musim produksi seperti kondisi iklim dan suhu, lingkungan yang cocok, selain itu disebabkan oleh tingginya intensitas serangan hama yang menyerang tanaman padi sehingga menyebabkan petani mengalami gagal panen. Untuk itu diperlukan identifikasi lebih lanjut terhadap hama yang menyerang tanaman padi [2].

Berdasarkan hasil pengumpulan data dari dinas pertanian kabupaten Tegal, pada tabel dan grafik dibawah ini:

Tabel 1. Tingkat Produksi Tanaman Padi Beserta Data Hama di Kabupaten Tegal

| No | Tahun | Jumlah komoditas produksi (ton) | Selisih perbandingan tahun sebelumnya(%) | Luas lahan yang terserang Hama (hektar) |
|----|-------|---------------------------------|--|---|
| 1  | 2010  | 368.450,57                      | 0%                                       | 3372                                    |
| 2  | 2011  | 341.480,33                      | -7%                                      | 3193                                    |
| 3  | 2012  | 341.006,95                      | 0%                                       | 2177                                    |
| 4  | 2013  | 211.543,00                      | -38%                                     | 1832                                    |
| 5  | 2014  | 317.821,02                      | 50%                                      | 1304                                    |
| 6  | 2015  | 317.821,16                      | 0%                                       | 1431                                    |

Sumber data: Dinas Pertanian Kabupaten Tegal, Tahun 2010-2015

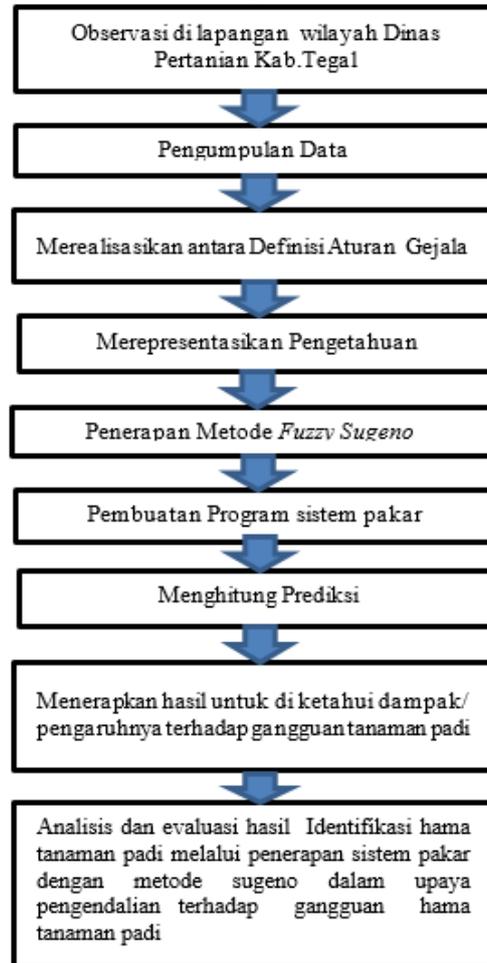
Berdasarkan tabel 1 dapat disimpulkan bahwa komoditas produksi tanaman padi dari tahun 2010-2015 mengalami kondisi yang naik turun, dimana tahun 2010 menghasilkan komoditas padi sebanyak 368.450,57 ton, pada tahun 2011 menghasilkan komoditas padi sebanyak 341.480,33 ton, tahun 2012 menghasilkan komoditas padi sebanyak 341.006,95 ton, tahun 2013 menghasilkan komoditas padi sebanyak 211.543,33 ton, tahun 2014 menghasilkan komoditas padi sebanyak 317.821,02 ton. Dan pada tahun 2015 menghasilkan komoditas padi sebanyak 317.821,16 ton.

Berdasarkan hasil tersebut dan hasil *survey* dilapangan menunjukan bahwa, komoditas produksi tanaman padi dari tahun 2010-2015 mengalami kondisi yang naik turun dimana pada tahun 2010 produksi padi yang mencapai 368.450,57 ton turun drastis di tahun 2013 sebanyak 211.543,33 ton hingga di tahun 2015 hanya mengalami sedikit kenaikan sebanyak 317,821,16 ton. Banyaknya permintaan dan kebutuhan produksi padi yang terus meningkat setiap tahunnya belum dapat diikuti oleh peningkatan produksinya, hal ini dikarenakan hama yang menyerang tanaman padi. Serta kurangnya pengetahuan para petani dalam menangani permasalahan hama yang menyerang tanaman padi, yang mengakibatkan tanaman produksi padi menjadi tidak stabil, hal ini dikarenakan kurangnya pakar dalam mengatasi solusi terbaik dari permasalahan tersebut. Ketidaktepatan dalam memilih musim produksi serta kesalahan dalam memilih obat yang akan digunakan oleh para petani dan komposisi obat yang digunakan untuk menanggulangi hama pada tanaman padi. Untuk itu diperlukan identifikasi lebih lanjut terhadap hama yang menyerang tanaman padi.

Fokus masalah dalam penelitian ini adalah banyaknya hama yang menyerang tanaman padi, hal ini dikarenakan kurangnya pengetahuan para petani dalam menangani permasalahan hama yang menyerang tanaman padi diantaranya serangan hama tikus, serangan hama penggerek batang, serangan hama wereng dan lain sebagainya, serta kurangnya pakar dalam mengatasi solusi terbaik dari permasalahan tersebut. Untuk itu diperlukan identifikasi yang lebih serius dalam menangani hama pada tanaman padi.

## 2. METODE PENELITIAN

Tahapan – tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah:



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Berdasarkan gambar 1 Tahapan pelaksanaan penelitian diatas menjelaskan tahapan demi tahapan penelitian yang akan dilakukan selama melaksanakan penelitian berlangsung, dimana bertujuan untuk dapat menghasilkan penelitian yang ingin dicapai, penjelasan tahapan – tahapan tersebut, adalah:

1. Melakukan Observasi di Lapangan wilayah Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kab. Tegal  
Observasi di lapangan dilakukan dengan terjun ke area sawah wilayah di kabupaten Tegal langsung, dimana peneliti melakukan observasi, wawancara dan studi pustaka untuk mengambil data – data yang mendukung penelitian ini. Dimana data–data yang diperoleh akan dimasukkan kedalam laporan penelitian, selama penelitian berlangsung.
2. Pengumpulan data pendukung penelitian  
Pengumpulan data pendukung penelitian dilakukan baik mengumpulkan dokumen internal dan eksternal, sebagai dasar dilakukannya penelitian ini, sehingga hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh *stakeholder* khususnya civitas Dinas Pertanian Kabupaten Tegal.
3. Merealisasikan Aturan dan Gejala

Data yang diperoleh, bersumber dari jurnal, paper, proseding dan buku – buku, dan hasil dari proses wawancara kepada Kabid, Kasi pertanian dan hortikultura, pakar tanaman padi, Ir Mulyono S.ip dari Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kabupaten Tegal, setelah memperoleh data - data mengenai jenis hama dan gejala hama pada tanaman padi untuk memudahkan pembacaan data. Maka penulis mengelompokan data tersebut berdasarkan nama hama, gejala hama dan solusi dalam penanganan hama pada tanaman padi, untuk mempermudah pembacaan data maka penulis membuat pengkodean terhadap data nama hama, data gejala hama dan data solusi dalam penanganan hama pada tanaman padi.

4. Merepresentasikan Pengetahuan  
Basis pengetahuan yang di gunakan didalam sistem pakar ini terdiri dari gejala-gejala hama pada tanaman padi dan hasil diagnosa yang diberikan oleh pakar.
5. Merancang *Database* Sistem pakar  
Beberapa Tahapan dalam perancangan *Database* adalah:
  - a. Pengumpulan data dan analisis
  - b. Perancangan *database* secara konseptual
  - c. Pemilihan sistem manajemen *database*
  - d. Perancangan *database* secara logika
  - e. Perancangan *database* secara fisik
  - f. Implementasi sistem *database*
6. Menerapkan metode *Fuzzy Sugeno*  
Menerapkan metode *fuzzy sugeno* yang digunakan sebagai alat menghitung hasil penanganan dari hama tanaman padi
7. Pembuatan Program Sistem Pakar  
Merancang program untuk mengidentifikasi hama tanaman padi melalui penerapan sistem pakar dalam upaya pengendalian terhadap serangan hama.
8. Menghitung Prediksi  
Dari hasil perhitungan yang dilakukan oleh sistem menggunakan metode *fuzzy sugeno* maka dilakukan evaluasi, prediksi atau diagnosa apa yang dihasilkan oleh sistem.
9. Menerapkan hasil untuk di ketahui dampak/pengaruhnya terhadap tanaman padi.  
Hasil sistem yang sudah terbuat maka di uji cobakan kepada para petani padi yang mengalami kendala pada hama, untuk mendiagnosa hama pada tanaman padi serta menghasilkan cara pencegahan dan cara pengobatannya dan menganalisa seberapa besar pengaruhnya, dan seberapa besar kontribusi dalam menangani hama pada tanaman padi bagi petani padi di kabupaten Tegal.
10. Menganalisis dan mengevaluasi hasil identifikasi hama tanaman padi melalui penerapan sistem pakar dengan metode *fuzzy sugeno* dalam upaya pengendalian terhadap gangguan hama. Menganalisa hasil dari *questioner* dan angket untuk di evaluasi untuk diketahui diterima atau tidaknya identifikasi hama tanaman padi melalui penerapan sistem pakar dengan metode *fuzzy sugeno* dalam upaya pengendalian terhadap gangguan hama.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Kaidah Produksi

Representasi kaidah produksi adalah menghadirkan pengetahuan yang ada sebagai kaidah produksi dalam bentuk aksi yaitu pasangan *IF* kondisi (premis) terjadi *THEN* aksi (konklusi atau kesimpulan). Berikut adalah tabel aturan kaidah produksi untuk identifikasi hama tanaman padi.

Tabel 2. Kaidah Produksi

| ATURAN KE- | GEJALA (IF)   | HAMA (THEN) |
|------------|---|-------------|
| 1          | G001 AND G003 AND G004 AND G005 AND G006 AND G012 AND G013          | H001        |
| 2          | G007 AND G008 AND G009 AND G010 AND G011                            | H002        |
| 3          | G014 AND G015 AND G016 AND G017 AND G018                            | H003        |
| 4          | G019 AND G020 AND G021 AND G022 AND G023 AND G024 AND G025 AND G026 | H004        |
| 5          | G014 AND G015 AND G016 AND G017                                     | H005        |
| 6          | G002 AND G027 AND G028 AND G029 AND G030 AND G031 AND G032 AND G033 | H006        |
| 7          | G034 AND G035 AND G036  | H007        |
| 8          | G037 AND G038 AND G039 AND G040 AND G041 AND G042                   | H008        |
| 9          | G043 AND G045 AND G046  | H009        |
| 10         | G047 AND G048 AND G049  | H010        |
| 11         | G022 AND G050 AND G051 AND G052 AND G053 AND G053                   | H011        |
| 12         | G055 AND G056 AND G057 AND G058 AND G059                            | H012        |
| 13         | G060 AND G014 AND G024  | H013        |
| 14         | G060 AND G061   | H014        |
| 15         | G062 AND G063   | H015        |
| 16         | G064 AND G065 AND G066 AND G067 AND G068                            | H016        |
| 17         | G021 AND G069 AND G070 AND G071 AND G072                            | H017        |
| 18         | G073 AND G074 AND G075 AND G076                                     | H018        |
| 19         | G054 AND G044 AND G077 AND G078                                     | H019        |

## 2. Pembentukan Aturan (Rule)

Pembentukan aturan ini digunakan untuk menentukan proses pencarian atau menentukan kesimpulan dari identifikasi. Berikut tabel hama tanaman padi:

Tabel 3. Hama Tanaman Padi

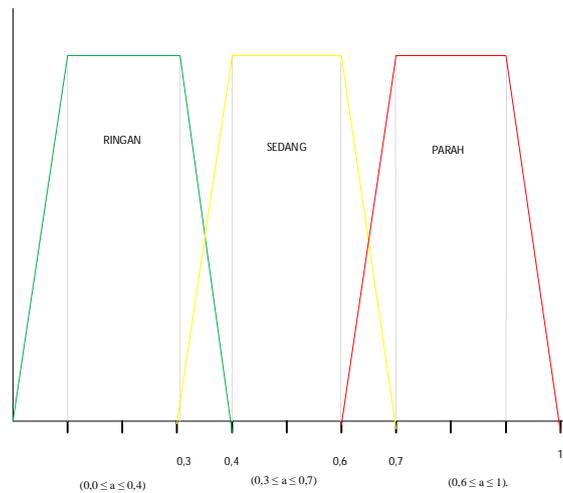
| Kode Hama | Nama Hama   |
|-----------|---|
| H001      | Hama Penggerek Batang Padi Kuning ( <i>Scirpophaga incertulas Walkers</i> ) |
| H002      | Hama Putih Palsu / Pelipat Daun ( <i>Cnaphalocrosos medinalis Guenee</i> )  |
| H006      | Hama Wereng Batang Coklat ( <i>Nilaparvata lugrns Stal</i> )                |
| H007      | Hama Wereng Hijau. ( <i>Nephotettix Virescens Distant</i> )                 |
| H008      | Hama Wereng Punggung Putih. ( <i>Sogatella Furcifera Horvarth</i> )         |
| H009      | Hama Putih / Penggulung Daun ( <i>Nymphula depunctalis Guenee</i> )         |

| Kode Hama | Nama Hama  |
|-----------|--|
| H011      | Hama Ulat Grayak ( <i>Spodoptera mauritia</i> Boisd, <i>Mymthimna separate</i> Walker)                         |
| H012      | Hama Walang Sangit ( <i>Leptocorisa oratorius</i> )  |
| H013      | Hama Ganjur ( <i>Orselia Oryzae</i> Wood- Mason)   |
| H014      | Hama Belalang Kembara ( <i>Locusta migratoria</i> )  |
| H015      | Hama Kepinding Tanah ( <i>Scotinophthora coarctata</i> Fabricus)   |
| H016      | Hama Lalat Bibit ( <i>Atherigona exigua</i> Stein)   |
| H017      | Hama Uret / Lundi ( <i>Phyllophaga Holotrichia helera</i> Brsk, <i>Leucophalis</i> sp, <i>Heteronychus</i> sp) |
| H018      | Hama Anjing Tanah / orong – orong ( <i>Grylotalpa hirsute</i> Burm)  |
| H019      | Hama Kepik Biji / hitam ( <i>Paraeucametus Pallicornis</i> )   |
| H020      | Hama Tikus ( <i>Rattus argentiver</i> , Muridae)   |
| H021      | Hama Siput murbei / keong mas ( <i>pomacea caniculata</i> Lamarck)   |
| H022      | Hama Babi hutan / Celeng ( <i>Sus scrofa vittatus</i> )  |
| H023      | Hama Burung ( <i>Lachura</i> spp. <i>Ploceus</i> sp)   |

### 3. Proses Analisis Metode Fuzzy Sugeno

Untuk menerapkan metode *Fuzzy Inference System Takagi-Sugeno-Kang* pada sistem, ada beberapa variabel yang diperlukan, yaitu bobot nilai dari setiap gejala, batas nilai, minimum setiap gejala, batas nilai maksimum setiap gejala, dan aturan yang menunjukkan gejala-gejala yang dimiliki oleh setiap hama. Berikut Akuisisi Pengetahuan berdasarkan asumsi dari pakar dan penerapan dari logika fuzzy (logika kekaburan) maka *range* interval dibagi menjadi 3 kategori, yaitu ringan dengan kisaran ( $0,0 \leq a \leq 0,4$ ), sedang dengan kisaran ( $0,3 \leq a \leq 0,7$ ), dan parah dengan kisaran ( $0,6 \leq a \leq 1$ ).

Berikut *range* interval dari setiap gejala:



Gambar 2. Range Interval pada Tiap Gejala

Berikut adalah kategori gejala beserta bobot nilai interval setiap gejala. Bobot nilai interval didapatkan dari pengalaman pakar.

Tabel 4. Kategori dan Nilai Interval

| Kode Gejala | Nama Gejala  | Kategori | Nilai Bobot | Range Interval          |
|-------------|--|----------|-------------|-------------------------|
| G001        | Daun pucuk tanaman layu  | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G002        | Daun berwarna putih tinggal lapisan epidermis nya.                       | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G003        | Batang mudah dicabut   | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G004        | Daun mengering   | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G005        | Seluruh batang kering  | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G006        | Pucuk daun berwarna coklat dan mudah dicabut (sundep)                    | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G007        | Adanya warna putih pada daun di pertanaman                               | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G008        | Daun terlipat tubular  | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G009        | Ujung daun adakalanya diikat ke bagian basal daun                        | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G010        | Larva memakan jaringan hijau daun dari dalam lipatan daun                | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G011        | Bagian bawah daun berwarna putih   | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G012        | Malai mudah dicabut  | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G013        | Pada pangkal batang terdapat bekas gerekkan larva(ulat) penggerek batang | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G014        | Daun berwarna kekuningan   | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G015        | Batang tanaman berwarna kuning   | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G016        | Seluruh tanaman mengering bagaikan terbakar.                             | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G017        | Tanaman mengalami kerdil rumput atau hampa                               | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G018        | Tanaman menguning dan cepat sekali mengering                             | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G019        | Terdapat nimfa muda yang berwarna  | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |

| Kode Gejala | Nama Gejala   | Kategori | Nilai Bobot | Range Interval          |
|-------------|---|----------|-------------|-------------------------|
|             | putih yang lama kelamaan menjadi hijau  |          |             |                         |
| G020        | Daun padi berwarna kuning sampai kuning oranye  | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G021        | Penurunan jumlah anakan   | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G022        | Pertumbuhan tanaman terhambat dan memendek  | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G023        | Terdapat tempat bekas hisapan akan tumbuh cendawan jelaga   | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G024        | Daun tanaman kering dan mati  | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G025        | Pucuk daun berwarna kuning hingga kuning kecoklatan   | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G026        | Malai yang dihasilkan sedikit   | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G027        | Daun terpotong seperti digunting  | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G028        | Daun berwarna putih kering dan pucuk daun terlihat bekas potongan   | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G029        | Daun terpotong dilipat menyerupai tabung  | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G030        | Gulungan daun yang berisi larva akan mengapung di atas permukaan air pada siang hari dan makan pada malam hari. | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G031        | Daun bergulung diisi air untuk bernafas   | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G032        | terdapat garis-garis putih transparan sepanjang 15 – 20 cm  | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G033        | Daun bendera (daun yang tegak lurus ke atas) ikut rusak.  | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G034        | Daun tanaman rusak  | parah    | 0,8         |                         |
| G035        | Terdapat telur-telur ulat grayak/ulat tentara pada tanaman  | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G036        | Daun berlubang dimakan ulat mulai dari tepi daun sampai hanya meninggalkan tulang daun dan batang               | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G037        | Bulir padi rusak  | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G038        | Gabah kecil dan menciut   | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G039        | Malai tegak   | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G040        | Gabah cacat atau <i>spotty grains</i>   | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G041        | Bulir padi hampa dan berwarna hitam   | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G042        | Buah padi berbintik-bintik hitam(bercak coklat)   | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G043        | Daun menggulung seperti daun bawang   | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G044        | Gabah berserakan  | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G045        | Pertumbuhan padi menjadi tidak normal   | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G046        | Anakan tidak menghasilkan malai   | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G047        | Daun berbentuk tidak beraturan  | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G048        | Tanaman hanya tinggal tulang-tulang   | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |

| Kode Gejala | Nama Gejala   | Kategori | Nilai Bobot | Range Interval          |
|-------------|---|----------|-------------|-------------------------|
|             | daun  |          |             |                         |
| G049        | Adanya lubang - lubang pada daun sampai habis tidak tersisa   | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G050        | Warna cokelat disekitar bagian pelepah dan batang   | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G051        | Tanaman berwarna kuning, kering dan membusuk  | parah    | 0,8         |                         |
| G052        | Daun menjadi kering dan menggulung secara membujur  | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G053        | Malai pendek  | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G054        | Gabah hampa   | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G055        | Bercak – bercak kuning yang dapat dilihat disepanjang tepi daun yang baru muncul  | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G056        | Terdapat larva lalat pada tanaman   | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G057        | Daun mengalami perubahan bentuk   | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G058        | Anakan menjadi berkurang  | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G059        | Terdapat larva lalat pada tanaman   | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G060        | Tanaman layu seperti kekurangan air   | ringan   | 0,15        | $(0,0 \leq a \leq 0,4)$ |
| G061        | Akar rusak dan bagian pangkal tanaman yang berada di bawah tanah  | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G062        | Bulir padi berwarna cokelat kehitaman   | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G063        | Bulir padi mudah hancur dan apabila dimasak terasa pahit  | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G064        | Terdapat potongan batang membentuk serong   | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G065        | Tanaman roboh atau rebah  | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G066        | Dipinggir petakan hanya tersisa 1-2 baris tanaman   | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G067        | Terdapat tikus, liang tikus, kotoran tikus dan jejak tikus  | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G068        | Ada potongan-potongan padi bekas dirusak tikus  | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G069        | Akar tanaman rusak  | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G070        | Bibit yang hilang di pertanaman   | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G071        | Terdapat Bekas potongan daun dan batang yang terlihat mengambang  | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G072        | Terdapat telur keong berwarna merah pada batang   | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G073        | Adanya bekas kubangan dalam lumpur pada area tanaman padi   | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |
| G074        | Rusaknya tanaman padi   | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G075        | Adanya bekas jejak kaki babi hutan  | parah    | 0,8         | $(0,6 \leq a \leq 1)$   |
| G076        | Adanya sarang yang terbuat dari rumput – rumputan, alang- alang, kayu- kayu tanaman kecil atau rotan di area sekitar penanaman tanaman padi | sedang   | 0,5         | $(0,3 \leq a \leq 0,7)$ |

| Kode Gejala | Nama Gejala                     | Kategori | Nilai Bobot | Range Interval  |
|-------------|---------------------------------|----------|-------------|-----------------|
| G077        | Terdapat burung di area tanaman | sedang   | 0,5         | (0,3 ≤ a ≤ 0,7) |
| G078        | Tangkai malai patah             | parah    | 0,8         | (0,6 ≤ a ≤ 1)   |

Berikut ini tahapan-tahapan yang digunakan dalam metode *Fuzzy Inference System Takagi-Sugeno-Kang*, yaitu:

1. Pembentukan himpunan *Fuzzy/Fuzzyfikasi*  
 Tahapan ini merupakan tahapan untuk mengubah variabel numerik (variabel *non fuzzy*) berupa bobot nilai, batas interval minimum dan maksimum dari gejala yang dipilih menjadi variabel *linguistik* (variabel *fuzzy*) dengan rumus *fuzzyfikasi* sehingga didapatkan nilai *fuzzy*.
2. Aplikasi fungsi implikasi  
 Contoh pembentukan aturan premis pada sistem pakar ini yaitu IF gejala = G001 AND G003 AND G004 AND G005 AND G006 AND G012 AND G013 then hama = H001. Berdasarkan aturan yang telah dibentuk pada tahap akuisisi pengetahuan, didapatkan sebanyak 19 aturan.
3. *Defuzzifikasi*  
 Tahapan ini merupakan tahapan akhir dari logika *fuzzy* dimana setelah dilakukan *fuzzyfikasi* pada tiap gejala yang dipilih, kemudian dari gejala-gejala tersebut diproses berdasarkan aturan dari fungsi implikasi yang telah dibuat sehingga didapatkan hasil hama.

Berikut contoh penyelesaian identifikasi hama menggunakan metode *fuzzy sugeno*. Untuk memproses H001 (Hama Penggerek Batang), dengan gejala – gejala sebagai berikut:

Tabel 5. Keputusan Hama Penggerek Batang

| Kode Hama | Nama Hama   | Kategori | Nilai Bobot |
|-----------|---|----------|-------------|
| G001      | Daun pucuk tanaman layu                               | ringan   | 0,15        |
| G003      | Batang mudah dicabut                                  | parah    | 0,8         |
| G004      | Daun mengering  | sedang   | 0,5         |
| G005      | Seluruh batang kering                                 | parah    | 0,8         |
| G006      | Pucuk daun berwarna coklat dan mudah dicabut (sundep) | sedang   | 0,5         |
| G012      | Malai mudah dicabut                                   | sedang   | 0,5         |

1. Menghitung proses *fuzzifikasi* dengan rumus sebagai berikut:

Rumus umum untuk *fuzzifikasi* metode *Fuzzy Inference System Takagi Sugeno-Kang* yaitu sebagai berikut:

$$\mu[x, a, b, c] = \begin{cases} 0 & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)} & ; b \leq x \leq c \end{cases} \dots\dots\dots(1)$$

$$b = \frac{\sum a \text{ sampai } b}{n}$$

Keterangan:

- x = Bobot nilai yang sudah ditentukan pada setiap gejala yang dipilih
- a = Batas nilai minimum pada setiap gejala
- b = Nilai tengah dari batas minimum dan maksimum
- c = Batas nilai maksimum pada setiap gejala

Selanjutnya, menghitung nilai  $b$  (nilai tengah dari batas minimum dan maksimum) dari setiap kategori tingkat keparahan ringan, sedang, parah. Dengan rumus sebagai berikut:

$$b = \frac{\sum a \text{ sampai } b}{n}$$

a) Ringan dengan *range* interval ( $0,0 \leq a \leq 0,4$ )

$$b = \frac{0,0 + 0,1 + 0,2 + 0,3 + 0,4}{5} = \frac{1}{5} = 0,2$$

Jadi nilai tengah dari batas minimum dan maksimum pada kategori ringan adalah 0,2

b) Sedang dengan *range* interval ( $0,3 \leq a \leq 0,7$ )

$$b = \frac{0,3 + 0,4 + 0,5 + 0,6 + 0,7}{5} = \frac{2,5}{5} = 0,5$$

Jadi nilai tengah dari batas minimum dan maksimum pada kategori sedang adalah 0,5

c) Parah dengan *range* interval ( $0,6 \leq a \leq 1$ )

$$b = \frac{0,6 + 0,7 + 0,8 + 0,9 + 1}{5} = \frac{4}{5} = 0,8$$

Jadi nilai tengah dari batas minimum dan maksimum pada kategori sedang adalah 0,5

2. Menghitung nilai *fuzzifikasi* dari G001, G003, G004, G005, G006, G012, G013. Sistem menampilkan pilihan “G1” dan “G3”. Kemudian *user* memilih “G1” dimana gejala ini memiliki bobot nilai 0,15 dengan batas  $0 \leq a \leq 0,4$ . Masuk dalam kategori ringan. Selanjutnya dilakukan proses *fuzzyfikasi* dengan rumus sebagai berikut:

$$F = \frac{(x-a)}{(b-a)}$$

a) Menghitung F (G001)

$$F = \frac{(0,15-0,0)}{(0,2-0,0)} = 0,75$$

Jadi hasil proses *fuzzyfikasi* G001 adalah 0,75

b) Menghitung F (G004,G005,G013), gejala ini memiliki bobot nilai 0,8 dengan batas  $0,6 \leq a \leq 1$ , masuk dalam kategori parah

$$F = \frac{(0,8 - 0,6)}{(0,8 - 0,6)} = 1$$

Jadi hasil proses *fuzzyfikasi* G003 adalah 1

c) Menghitung F (G004, G006, G012), gejala ini memiliki bobot nilai 0,5 dengan batas  $0,3 \leq a \leq 0,7$ , masuk dalam kategori sedang

$$F = \frac{(0,5 - 0,3)}{(0,5 - 0,3)} = 1$$

Jadi hasil proses *fuzzyfikasi* G004, G005, G006, G012 adalah 1

### 3. Menghitung Proses Defuzzifikasi

Rumus umum untuk *defuzzifikasi* metode *Fuzzy Inference System Takagi Sugeno-Kang* yaitu sebagai berikut:

Keterangan:

WA = (*Weighted Average*) Nilai rata-rata

$a_n$  = Nilai predikat aturan ke-n

$z_n$  = Indeks nilai *input(konstanta)* ke-n

$$WA = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \alpha_3 z_3 + \dots + \alpha_n z_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \dots + \alpha_n}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{WA} &= (F.G001 \times BN.G001) + (F.G003 \times BN.G001) + (F.G004 \times BN.G001) + (F.G005 \\ &\times BN.G001) + (F.G006 \times BN.G001) + (F.G012 \times BN.G001) + (F.G013 \times BN.G001) / \\ &F.G001 + F.G003 + F.G004 + F.G005 + F.G006 + F.G012 + F.G013 \\ &= ((0,75 \times 0,15) + (1 \times 0,8) + (1 \times 0,5) + (1 \times 0,8) + (1 \times 0,5) + (1 \times 0,5) + (1 \times 0,8)) / \\ &0,75 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 \\ &= (0,1125 + 0,8 + 0,5 + 0,8 + 0,5 + 0,5 + 0,8) / (6,75) \\ &= 4,0125 / 6,75 \\ &= 0,5944 \end{aligned}$$

Maka, nilai *defuzzifikasi* (Tingkat keparahan hama) adalah  $0,5944 \times 100\% = \mathbf{59,44\%}$

Maka dapat disimpulkan bahwa hasil *defuzzifikasi* (Tingkat keparahan hama) pada H001 (Hama Penggerek Batang) adalah 59,44%. Maka masuk dalam kategori serangan

**Berat.** Berdasarkan data berat serangan hama yang dibagi menjadi 4 kategori yaitu:

Ringan : Bila tingkat serangan > ambang pengendalian -  $\leq 25\%$

Sedang :  $\geq 25\%$  -  $\leq 50\%$

Berat :  $\geq 50\%$  -  $\leq 75\%$

Puso :  $\geq 75\%$

### 4. Implementasi hasil

#### a) Halaman Utama

Halaman ini merupakan tampilan awal dari sistem pakar identifikasi hama pada tanaman padi saat program dijalankan. Halaman ini memuat, petunjuk menggunakan sistem, serta penjelasan mengenai sistem pakar identifikasi hama pada tanaman padi. Adapun implementasi halaman utama dapat dilihat pada gambar 3:



Gambar 3. Sistem pakar

## b) Halaman Konsultasi Hama

Halaman Konsultasi Hama digunakan untuk *user* yang akan melakukan diagnosa hama pada tanaman padi. Pada halaman konsultasi hama, akan ditampilkan gejala – gejala dalam bentuk pertanyaan yang akan dipilih oleh *user*. Adapun implementasi Halaman Konsultasi hama dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. Sistem Pakar

## 4. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari Penerapan Sistem Pakar Menggunakan Metode *Fuzzy Sugeno* Identifikasi Hama Tanaman Padi dalam upaya pengendalian terhadap gangguan hama adalah sebagai berikut:

1. Sistem pakar identifikasi hama tanaman padi dapat mengidentifikasi hama pada tanaman padi dan dapat mengendalikan gangguan hama tanaman padi.
2. Penanganan identifikasi hama tanaman padi menjadi lebih cepat dengan adanya sistem pakar identifikasi hama tanaman padi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chandra Irsan, dkk. 2014, *Pengendalian Tikus dan Walang Sangit di Padi Organik Sawah Lebak Control of Rats and Bugs at Paddy Organic on Swamp Land, Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2014*, 797–805.
- [2] Dinas Pertanian Kab Tegal. 2015, *Komoditas Produksi Padi tahun 2015*, Tegal: Dinas Kab Tegal.
- [3] Erwan Eko Prasetyo. 2016, *Perbandingan Kinerja Pengendali Lampu Lalu Lintas Metode Fuzzy Tipe Sugeno Dengan Metode Waktu Tetap, Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia 2016*, 6–7.
- [4] Kurniawan. 2012, *Analisis Sistem dan Sumber Daya Informasi, Ekonomi*, 6, 1–23.
- [5] Kusrini. 2008, *Aplikasi Sistem Pakar Menentukan Faktor Kepastian Dengan metode Kuantifikasi Pertanyaan*, (Dwi Prabantini, Ed.), ANDI, Yogyakarta.
- [6] Muhammad Arsyad. 2014, *Implementasi Metode Sugeno Pada Sistem Pakar Penentuan Stadium Pada Penyakit Tuberculosis (TBC)*, *Pelita Informatika Budi Darma*, 11(3), 22–27.

- [7] Yulianto, dkk. 2015, *Model Sistem Pakar Diagnosa Hama Tanaman Padi untuk Memberikan Solusi Penanggulangan, Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia 2015*, 6–8.