

Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Bawang Merah Menggunakan Metode Dempster Shafer

Dasril Aldo^{1*}, Sapta Eka Putra²

^{1,2}Program Studi Sistem Informasi, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer GICI
Komp. Batu Batam Mas, Jl. Gajah Mada Blok D & E No.1,2,3, Baloi Indah, Lubuk Baja, Kota Batam,
Kepulauan Riau 29444

*email: Dasrilaldo@stmikgici.ac.id

(Naskah masuk: 03 Maret 2020; diterima untuk diterbitkan: 2 April 2020)

ABSTRAK – Bawang merah merupakan tanaman umbi yang umum dikonsumsi masyarakat Indonesia. Bawang merah termasuk salah satu di antara tiga anggota *Allium* yang populer dan mempunyai nilai ekonomi tinggi. Dalam proses pembudidayaannya, bawang merah rentan terhadap serangan hama dan penyakit. Beberapa hama dan penyakit yang dapat menyerang tanaman bawang merah, yaitu: lalat penggorok daun, ulat bawang, trips, ulat tanah, layu fusarium, bercak ungu, antraknosa, virus mozaik bawang, bercak daun. Biasanya saat tanaman bawang merah terserang hama atau penyakit, petani langsung memberikan pestisida atau penanganan yang terkadang tidak sesuai dengan hama dan penyakit yang menyerang. Akibatnya penanganan yang dilakukan tidak maksimal bahkan dapat menimbulkan hama atau penyakit yang baru. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membantu petani dalam mendeteksi gejala awal serangan hama dan penyakit bawang merah agar penanganan serangan hama dan penyakit yang dilakukan lebih terarah dan maksimal. Data yang diproses yaitu 10 data serangan menggunakan metode Dempster Shafer. Metode ini mengolah data berupa gejala-gejala yang menghasilkan diagnosis berupa jenis hama dan penyakit bawang merah serta langkah penanganannya dengan tingkat akurasi 95%. Maka metode ini cocok digunakan dalam diagnosis hama dan penyakit bawang merah.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Dempster Shafer, Diagnosis, Hama, Penyakit Bawang Merah.

Expert System for Diagnosis Pests and Shallots Diseases Using Dempster Shafer Method

ABSTRACT – Shallot is a tuber plant commonly consumed by Indonesian people. Shallot is one of the three *Allium* members who are popular and have high economic value. In the cultivation process, shallots are vulnerable to pests and diseases. Some pests and diseases that can attack onion plants, namely: lalat penggorok daun, ulat bawang, trips, ulat tanah, layu fusarium, bercak ungu, antraknosa, virus mozaik bawang, bercak daun. Usually when the onion plants are attacked by pests or diseases, farmers directly provide pesticides or treatments which sometimes do not match the pests and diseases that attack. As a result, handling that is not optimal can even lead to new pests or diseases. The purpose of this study is to help farmers detect early symptoms of shallot pests and diseases so that the handling of pest and disease attacks is carried out more directed and maximally. The data processed is 10 data attacks using the Dempster Shafer method. This method processes data in the form of symptoms that produce a diagnosis in the form of shallot pests and diseases and handling steps with an accuracy rate of 95%. So this method is suitable for use in the diagnosis of shallots pests and disease.

Keywords: Expert System, Dempster Shafer, Diagnosis, Shallot Pests, Disease.

1. PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan tanaman umbi yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia, baik sebagai bumbu masakan maupun obat herbal. Dalam

proses pembudidayaan bawang merah terdapat hama dan juga penyakit yang menyerang dikarenakan bawang merah rentan terhadap infeksi bakteri dan jamur. Untuk mendiagnosis lebih awal hama dan penyakit bawang merah diperlukan suatu

sistem yaitu sistem pakar yang berisikan pengetahuan dari ahli mengenai hama dan penyakit bawang.

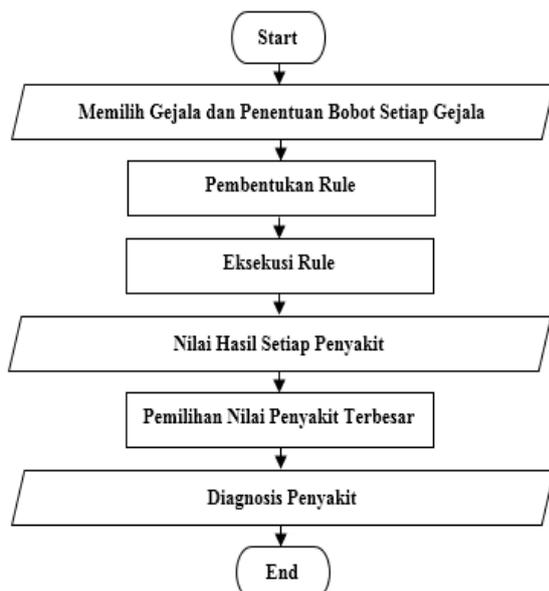
Sistem pakar merupakan suatu program komputer yang dirancang untuk memodelkan kemampuan manusia dalam menyelesaikan masalah yang dilakukan oleh seorang pakar. Sistem Pakar juga merupakan suatu sistem pemecahan masalah yang memiliki kualitas dan efisiensi sehingga sistem mampu bekerja sendiri dan tersedia untuk semua pengguna.

Teori *Dempster Shafer* merupakan representasi, kombinasi dan propogasi ketidakpastian, dimana teori ini memiliki beberapa karakteristik yang secara institutif sesuai dengan cara berfikir seorang pakar, namun dengan dasar matematika yang kuat [1]. Metode *Dempster Shafer* diterapkan untuk menentukan dan mendefinisikan tingkat keyakinan dan fungsi yang masuk akal untuk mengevaluasi suatu kemungkinan.

Pemanfaatan Sistem Pakar dengan metode *Dempster Shafer* diharapkan dapat menghasilkan diagnosis awal dari gejala serangan hama dan penyakit bawang merah.

2. METODE DAN BAHAN

Metode penelitian adalah urutan yang akan dilakukan dalam suatu penelitian. Agar langkah-langkah yang diambil penulis dalam perancangan ini tidak melenceng dari pokok pembicaraan dan lebih mudah dipahami, maka urutan langkah-langkah penelitian akan dibuat secara sistematis sehingga dapat dijadikan pedoman yang jelas dan mudah untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Urutan langkah-langkah yang akan dibuat pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Proses Perhitungan

Bawang merah adalah salah satu komoditi unggulan di beberapa daerah di Indonesia [2]. Bawang merah merupakan salah satu komoditas penting di Indonesia dan tanaman ini dapat beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan di Indonesia [3].

Dalam proses pembudidayaan atau penanaman bawang merah terdapat hama dan juga penyakit yang menyerang tanaman bawang merah. Bawang merah rentan terhadap infeksi bakteri dan jamur [4].

Dalam proses pembudidayaan atau penanaman bawang merah terdapat hama dan juga penyakit yang menyerang tanaman bawang merah. Bawang merah rentan terhadap infeksi bakteri dan jamur. Hama utama yang menyerang tanaman bawang merah [5]:

- Lalat penggorok daun (*Liriomyza chinensis*)
- Ulat bawang (*Spodoptera exigua hubn*)
- Hama Bodas (*Thrips tabaci*)
- Ulat Tanah (*Agrotis ipsilon*)

Sedangkan, untuk penyakit utama pada tanaman bawang merah di antaranya:

- Layu Fusarium (*Fusarium oxysporum hanz*)
- Bercak Ungu/ Trotol (*Alternaria porri*)
- Antraknosa (*Colletotrichum gloeosporioiodes*)
- Mozaik Bawang (*Onion Yellow Dwarf Virus*)
- Bercak Daun (*Cercospora duddiae*)

Hama dan penyakit tersebut membutuhkan luka pada bawang untuk masuk ke jaringan umbi bawang. Agar dapat mendiagnosis lebih awal hama dan penyakit pada bawang merah maka diperlukan suatu sistem yaitu sistem pakar yang berisikan pengetahuan dari ahli mengenai hama dan penyakit tanaman bawang.

Sistem pakar merupakan sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer [6]. Sistem pakar (*expert system*) adalah aplikasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah sebagaimana yang dipikirkan oleh pakar. Pakar yang dimaksud disini adalah orang yang mempunyai keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh orang awam. Sebagai contoh, dokter adalah seorang pakar yang mampu mendiagnosis penyakit yang diderita pasien serta dapat memberikan penatalaksanaan terhadap penyakit tersebut [7].

Diagnosa adalah identifikasi sifat-sifat penyakit atau kondisi atau membedakan satu penyakit atau kondisi dari yang lainnya. Penilaian dapat dilakukan melalui pemeriksaan fisik, tes laboratorium, atau sejenisnya, serta dapat juga dibantu oleh program komputer yang dirancang untuk memperbaiki proses pengambilan keputusan [8].

Secara umum, sistem pakar merupakan sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer agar komputer dapat menyelesaikan

masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli. Dengan sistem pakar ini, orang awam pun dapat menyelesaikan masalah yang cukup rumit yang sebenarnya hanya dapat diselesaikan dengan bantuan para ahli [1]. Namun, perlu disadari bahwa sistem pakar ini tidak 100% bernilai benar, paling tidak mendekati nilai tersebut, sehingga sistem pakar ini dapat diandalkan dan menghemat waktu dalam mengambil keputusan.

Sistem pakar memecahkan masalah kompleks sulit menggunakan persamaan matematika [9]. Dalam sistem pakar untuk memproses pengetahuan seorang pakar maka diperlukan sebuah metode, dimana metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Dempster Shafer*.

Dempster Shafer adalah representasi, kombinasi dan propogasi ketidakpastian, dimana teori ini memiliki beberapa karakteristik yang secara institutif sesuai dengan cara berfikir seorang pakar, namun dengan dasar matematika yang kuat [1]. Pada aplikasi Sistem Pakar dalam satu penyakit terdapat sejumlah evidence yang akan digunakan pada faktor ketidakpastian dalam pengambilan keputusan untuk diagnosa suatu penyakit. Untuk mengatasi sejumlah evidence tersebut pada teori *Dempster Shafer* menggunakan aturan yang lebih dikenal dengan *Dempster's Rule of Combination* [10].

Teori *Dempster Shafer* merupakan teori matematika yang dikembangkan oleh Arthur P., Dempster dan Glenn Shafer. Pada tahun 1976 Shafer mempublikasikan teori Dempster itu pada sebuah buku yang berjudul *Mathematical Theory of Evident. Dempster Shafer Theory of Evidence*, menunjukkan suatu cara untuk memberikan bobot keyakinan sesuai fakta yang dikumpulkan. Pada teori ini dapat membedakan ketidakpastian dan ketidaktahuan.

Dalam *Dempster Shafer Theory* (DST) ada berbagai konflik yang dipersatukan untuk mengkombinasikan dari berbagai informasi yang ada. Kumpulan informasi yang bersifat berbeda dan menyeluruh dalam teori ini dikenal dengan frame discernment yang dinotasikan dengan θ (*theta*). Teori *Dempster Shafer* melakukan pembuktian berdasarkan *Belief function and plausible reasoning* (fungsi kepercayaan dan pemikiran yang masuk akal) yang digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi yang terpisah untuk mengkalkulasikan kemungkinan dari suatu peristiwa.

Jika diketahui X adalah sub-set dari θ dengan m_1 sebagai fungsi densitasnya, dan Y juga merupakan sub-set dari θ dengan m_2 sebagai fungsi densitasnya, maka dapat dibentuk suatu fungsi kombinasi m_1 dan m_2 sebagai m_3 , ditunjukkan pada persamaan berikut [10]:

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X) \cdot m_2(Y)} \quad (1)$$

(X) adalah *mass function* dari evidence (X), yang diperoleh dari nilai keyakinan suatu evidence dikalikan dengan nilai *disBelief* dari evidence tersebut. $1 - m$

(Y) adalah *mass function* dari evidence (Y), yang diperoleh dari nilai keyakinan suatu evidence dikalikan dengan nilai *disBelief* dari evidence tersebut. yang merupakan nilai kekuatan dari evidence Z yang diperoleh dari kombinasi nilai keyakinan sekumpulan evidence [11].

Secara umum teori *Dempster Shafer* ditulis dalam interval [*Belief, Plausibility*][12]. *Belief* (Bel) adalah ukuran kekuatan evidence dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Jika bernilai 0 maka mengindikasikan bahwa tidak ada evidence, dan jika bernilai 1 menunjukkan adanya kepastian. *Plausibility* (Pls) dinotasikan sebagai:

$$Pls(X) = 1 - Bel(X) \quad (2)$$

Jika yakin akan X, maka dapat dikatakan bahwa $Bel(X) = 1$, sedangkan nilai $Pls(X) = 0$.

Pada teori *Dempster Shafer* dikenal adanya frame of discernment yang dinotasikan dengan θ . Frame ini merupakan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis. Pada teori *Dempster Shafer* terdapat *mass function* yaitu tingkat kepercayaan dari suatu evidence measure yang dinotasikan dengan (m)[13].

Fungsi *Belief* juga dapat diformulasikan sebagai berikut [1]:

$$Bel(X) = \sum_{Y \in X} m(Y) \quad (3)$$

dan *Plausibility* dinotasikan sebagai berikut:

$$Pls(X) = 1 - Bel(X) = 1 - \sum_{Y \in X} m(X) \quad (4)$$

Dimana:

$Bel(X) = Belief(X)$

$m(X) = mass\ function\ dari\ (X)$

$m(Y) = mass\ function\ dari\ (Y)$

Environment adalah elemen-elemen yang menggambarkan kemungkinan sebagai jawaban. Kemungkinan ini dalam teori *Dempster Shafer* disebut dengan *power set* $P(\theta)$, memiliki nilai interval antara 0 sampai 1.

Metode *Dempster Shafer* lebih baik dalam penentuan tingkat kepercayaan terhadap suatu keputusan karena mempertimbangkan semua variabel sehingga menghasilkan nilai perhitungan yang lebih variatif dan akurat [14], dikarenakan metode ini akan melakukan perhitungan terhadap nilai kepastian dari setiap gejala-gejala penyakit sehingga mendapatkan hasil output berdasarkan nilai kepastian tertinggi dari setiap penyakit [15].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Knowledge Based (Basis Pengetahuan)

Untuk mendeskripsikan tentang penyelesaian metode yang akan digunakan oleh penulis pada penelitian ini dan pengetahuan yang didapat dari hasil wawancara dengan pakar. Maka didapatkan informasi berupa pengetahuan dan rule-rule untuk sistem mengambil sebuah keputusan berdasarkan kategori yang ada seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Hama dan Penyakit Bawang Merah

Kode	Profesi
P1	Lalat Penggorok Daun
P2	Ulat Bawang
P3	Trips
P4	Ulat Tanah
P5	Layu Fusarium
P6	Bercak Ungu
P7	Antraknosa
P8	Virus Mozaik Bawang
P9	Bercak Daun

Tabel 2. Merupakan gejala hama dan penyakit bawang merah yang akan dilakukan pengolahan terhadap data hama dan penyakit tersebut.

Tabel 2. Gejala Hama dan Penyakit Bawang Merah

Kode	Gejala	Bobot
G01	Terdapat bercak putih pada daun	0,15
G02	Terdapat liang kerokan larva yang berkelok pada daun	0,1
G03	Daun mengering	0,25
G04	Daun berwarna coklat seperti terbakar	0,15
G05	Terdapat bercak putih transparan pada daun	0,25
G06	Daun terkulai	0,15
G07	Daun berwarna putih mengkilap seperti perak	0,2
G08	Daun berubah kecoklatan dan berbintik hitam	0,15
G09	Umbi bawang kecil	0,25
G10	Leher batang terpotong potong	0,45
G11	Daun menguning	0,15
G12	Daun terpelintir layu dan mudah tercabut	0,15
G13	Umbi membusuk	0,25
G14	Tanaman mati dimulai dari ujung daun menjalar hingga ke bagian bawah	0,1
G15	Terdapat bercak melekok pada daun berwarna putih atau kelabu	0,1
G16	Terdapat bercak merupai cincin berwarna ungu kemerahan	0,1
G17	Ujung daun mengering bahkan patah	0,15
G18	Umbi mengering berwarna gelap	0,05
G19	Pangkal daun bawang mengecil	0,25

Kode	Gejala	Bobot
G20	Terdapat spora berwarna merah muda	0,25
G21	Tanaman tumbuh kerdil	0,1
G22	Daun bawang kecil	0,15
G23	Warna daun belang	0,15
G24	Pertumbuhan daun terpinil	0,05
G25	Banyak bercak pada ujung daun	0,25
G26	Terdapat bercak berwarna coklat pada daun	0,2

Ada beberapa gejala yang ditimbulkan oleh tiap jenis-jenis hama dan penyakit pada bawang merah yang dapat diuraikan pada tabel 3.

Tabel 3. Gejala dan Relasi Penyakit Bawang Merah

Kd	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
G01	*						*		
G02	*								
G03	*	*							
G04	*								
G05		*							
G06		*							
G07			*						
G08			*						
G09			*					*	
G10				*					
G11					*				
G12					*				
G13					*	*			
G14					*				
G15						*			
G16						*			
G17						*			
G18						*			
G19							*		
G20							*		
G21								*	
G22								*	
G23								*	*
G24								*	
G25									*
G26									*

3.2. Inference Engine

Dalam Sistem Pakar *Inference Engine* merupakan aturan untuk pencocokan fakta. Mesin inferensi memulai pelacakannya dengan mencocokkan fakta-fakta dalam basis pengetahuan dengan rule yang sudah ditetapkan berdasarkan *Knowledge Based*.

A. Memilih Gejala dan Penentuan Bobot Setiap Gejala

Tahapan pemilihan gejala yang tampak pada bawang merah, masing-masing gejala nantinya diberikan bobot

berdasarkan jawaban user. Jika jawaban TIDAK maka bobot = 0, jika jawaban YA maka bobot yang diberikan tergantung pada bobot masing masing gejala yang sudah ditentukan berdasarkan tabel 4.

Tabel 4. Jawaban User

Kode	Gejala	Jawaban	Bobot
G01	Terdapat bercak putih pada daun	Tidak	0
G02	Terdapat liang kerokan larva yang berkelok pada daun	Tidak	0
G03	Daun mengering	Tidak	0
G04	Daun berwarna coklat seperti terbakar	Tidak	0
G05	Terdapat bercak putih transparan pada daun	Tidak	0
G06	Daun terkulai	Tidak	0
G07	Daun berwarna putih mengkilap seperti perak	Tidak	0
G08	Daun berubah kecoklatan dan berbintik hitam	Tidak	0
G09	Umbi bawang kecil	Tidak	0
G10	Leher batang terpotong potong	Tidak	0
G11	Daun menguning	Tidak	0
G12	Daun terpelintir layu dan mudah tercabut	Tidak	0
G13	Umbi membusuk	Ya	0,25
G14	Tanaman mati dimulai dari ujung daun menjalar hingga ke bagian bawah	Tidak	0
G15	Terdapat bercak melekek pada daun berwarna putih atau kelabu	Ya	0,1
G16	Terdapat bercak merupai cincin berwarna ungu kemerah merahan	Ya	0,1
G17	Ujung daun mengering bahkan patah	Ya	0,15
G18	Umbi mengering berwarna gelap	Ya	0,05
G19	Pangkal daun bawang mengecil	Tidak	0
G20	Terdapat spora berwarna merah muda	Tidak	0
G21	Tanaman tumbuh kerdil	Tidak	0
G22	Daun bawang kecil	Tidak	0
G23	Warna daun belang	Tidak	0
G24	Pertumbuhan daun terpinil	Tidak	0
G25	Banyak bercak pada ujung daun	Tidak	0
G26	Terdapat bercak berwarna coklat pada daun	Tidak	0

Pembentukan rule merupakan aturan-aturan yang digunakan dalam sistem pakar yang yang didapatkan dari pakar, dimana pakar yang dimaksud disini yaitu pakar mengenai hama dan penyakit bawang merah. Berikut bentuk rule yang didapatkan:

- RULE 1 = IF G01 AND G02 AND G03 AND G04 THEN P01
- RULE 2 = IF G03 AND G05 AND G06 THEN P02
- RULE 3 = IF G07 AND G08 AND G09 THEN P03
- RULE 4 = IF G10 THEN P04
- RULE 5 = IF G11 AND G12 AND G13 AND G14 THEN P05
- RULE 6 = IF G13 AND G15 AND G16 AND G17 AND G18 THEN P06
- RULE 7 = IF G01 AND G19 AND G20 THEN P07
- RULE 8 = IF G09 AND G21 AND G22 AND G23 AND G24 THEN P08
- RULE 9 = IF G23 AND G25 AND G26 THEN P09

Setelah didapatkan rule dari pakar, maka akan dilakukan proses eksekusi rule berdasarkan jawaban dari gejala yang dipilih user.

Proses eksekusi rule dilakukan dengan memasukan nilai-nilai gejala dari user oleh user kedalam rule yang sudah ditetapkan, kemudian dari gejala tersebut akan dicari nilai minimal dari seluruh gejala yang memenuhi rule tersebut kemudian dikalikan dengan nilai Dempster Shafer setiap rule.

- a. Eksekusi Rule 1 untuk penyakit P01
 RULE 1 = IF G01 AND G02 AND G03 AND G04 THEN P01
 Tidak ada gejala yang terdapat pada rule yang dipilih, sehingga tidak dapat dieksekusi
- b. Eksekusi Rule 2 untuk penyakit P02
 RULE 2 = IF G03 AND G05 AND G06 THEN P02
 Tidak ada gejala yang terdapat pada rule yang dipilih, sehingga tidak dapat dieksekusi.
- c. Eksekusi Rule 3 untuk penyakit P03
 RULE 3 = IF G07 AND G08 AND G09 THEN P03
 Tidak ada gejala yang terdapat pada rule yang dipilih, sehingga tidak dapat dieksekusi.
- d. Eksekusi Rule 5 untuk penyakit P05
 RULE 5 = IF G11 AND G12 AND G13 AND G14 THEN P05
 G11 (TIDAK = 0)
 Maka: $M_1 \{P_1\} = 0$
 $M_1 \{\theta\} = 1 - 0 = 1$
 G12 (TIDAK = 0)
 Maka: $M_2 \{P_1, P_2\} = 0$
 $M_2 \{\theta\} = 1 - 0 = 1$
 Selanjutnya θ akan dihitung nilai densitas baru untuk kombinasi M_3 seperti dibawah ini:

	$M_2 \{P_1, P_2\}(0)$	$M_2 \{\theta\}(1)$
$M_1 \{P_1\} (0)$	$(P_1) 0$	$\{P_1\} 0$

$M_1\{\theta\}$ (1)	(P1) 0	$\{\theta\}$ 1
---------------------	--------	----------------

Selanjutnya dihitung nilai densitas M_3 sebagai berikut:

$$M_3\{P_1\} = \frac{0 + 0 + 0}{1 - 0} = 0$$

$$M_3\{\theta\} = \frac{1}{1 - 0} = 1$$

G13 (YA = 0,25)

Maka: $M_4\{P_1\} = 0,25$

$M_4\{\theta\} = 1 - 0,25 = 0,75$

	$M_4\{P_1\}$ 0,25	$M_4\{\theta\}$ 0,75
$M_3\{P_1\}$ 0	0	$\{P_1\}$ 0
$M_3\{\theta\}$ 1	0,25	$\{\theta\}$ 0,75

$$M_5\{P_1\} = \frac{0 + 0 + 0,25}{1 - 0} = 0,25$$

$$M_5\{\theta\} = \frac{0,75}{1 - 0} = 0,75$$

G14 (TIDAK = 0)

Maka: $M_6\{P_1\} = 0$

$M_6\{\theta\} = 1 - 0 = 1$

	$M_6\{P_1\}$ 0	$M_6\{\theta\}$ 1
$M_5\{P_1\}$ 0,25	0	$\{P_1\}$ 0,25
$M_5\{\theta\}$ 0,75	0	$\{\theta\}$ 0,75

$$M_7\{P_1\} = \frac{0 + 0,25 + 0}{1 - 0} = 0,25$$

$$M_7\{\theta\} = \frac{0,75}{1 - 0} = 0,75$$

Dari perhitungan di atas, maka nilai densitas resiko terkena hama jenis Layu Fusarium yaitu sebesar **0,25** atau **25%**.

e. Eksekusi Rule 6 untuk penyakit P06

RULE 6 = IF G13 AND G15 AND G16 AND G17 AND G18 THEN P06

G13 (YA = 0,25)

Maka: $M_1\{P_1\} = 0,25$

$M_1\{\theta\} = 1 - 0,25 = 0,75$

G15 (YA = 0,1)

Maka: $M_2\{P_1, P_2\} = 0,1$

$$M_2\{\theta\} = 1 - 0,1 = 0,9$$

Selanjutnya θ akan dihitung nilai densitas baru untuk kombinasi M_3 seperti dibawah ini:

	$M_2\{P_1, P_2\}$ (0,1)	$M_2\{\theta\}$ 0,9
$M_1\{P_1\}$ (0,25)	(P1) 0,025	$\{P_1\}$ 0,225
$M_1\{\theta\}$ (0,75)	(P1) 0,075	$\{\theta\}$ 0,675

Selanjutnya dihitung nilai densitas M_3 sebagai berikut:

$$M_3\{P_1\} = \frac{0,025 + 0,225 + 0,075}{1 - 0} = 0,325$$

$$M_3\{\theta\} = \frac{0,675}{1 - 0} = 0,675$$

G16 (YA = 0,1)

Maka: $M_4\{P_1\} = 0,1$

$M_4\{\theta\} = 1 - 0,1 = 0,9$

	$M_4\{P_1\}$ 0,1	$M_4\{\theta\}$ 0,9
$M_3\{P_1\}$ 0,325	0,0325	$\{P_1\}$ 0,2925
$M_3\{\theta\}$ 0,675	0,0675	$\{\theta\}$ 0,6075

$$M_5\{P_1\} = \frac{0,0325 + 0,2925 + 0,0675}{1 - 0} = 0,3925$$

$$M_5\{\theta\} = \frac{0,6075}{1 - 0} = 0,6075$$

G17 (YA = 0,15)

Maka: $M_6\{P_1\} = 0,15$

$M_6\{\theta\} = 1 - 0,15 = 0,85$

	$M_6\{P_1\}$ 0,15	$M_6\{\theta\}$ 0,85
$M_5\{P_1\}$ 0,3925	0,058875	$\{P_1\}$ 0,333625
$M_5\{\theta\}$ 0,6075	0,091125	$\{\theta\}$ 0,516375

$$M_7\{P_1\} = \frac{0,058875 + 0,333625 + 0,091125}{1 - 0} = 0,483625$$

$$M_7\{\theta\} = \frac{0,516375}{1 - 0} = 0,516375$$

G18 (YA = 0,05)

Maka: $M_8\{P_1\} = 0,05$

$M_8\{\theta\} = 1 - 0,05 = 0,95$

	$M_8\{P_1\}$ 0,05	$M_8\{\theta\}$ 0,95
$M_7\{P_1\}$ 0,483625	0,02418125	$\{P_1\}$ 0,45944375
$M_7\{\theta\}$ 0,516375	0,02581875	$\{\theta\}$ 0,49055625

$$M_9\{P_1\} = \frac{0,02418125 + 0,45944375 + 0,02581875}{1 - 0} = 0,50944375$$

$$M_9\{\theta\} = \frac{0,49055625}{1 - 0} = 0,49055625$$

Dari perhitungan di atas, maka nilai densitas resiko terkena Penyakit jenis Bercak Ungu yaitu sebesar **0,50944375** atau **50,944375 %**.

f. Eksekusi Rule 7 untuk penyakit P07

RULE 7 = IF G01 AND G19 AND G20 THEN P07

Tidak ada gejala yang terdapat pada rule yang dipilih, sehingga tidak dapat dieksekusi.

g. Eksekusi Rule 8 untuk penyakit P08

RULE 8 = IF G09 AND G21 AND G22 AND G23 AND G24 THEN P08

Tidak ada gejala yang terdapat pada rule yang dipilih, sehingga tidak dapat dieksekusi.

h. Eksekusi Rule 9 untuk penyakit P09

RULE 09 = IF G23 AND G25 AND G26 THEN P09

Tidak ada gejala yang terdapat pada rule yang dipilih, sehingga tidak dapat dieksekusi.

B. Nilai Hasil Setiap Penyakit

Setelah proses *dampster shafer* yang dilakukan maka akan didapatkan nilai diagnosa untuk setiap penyakit seperti berikut:

1. Hama Lalat Penggorok Daun = 0
2. Hama Ulat Bawang = 0
3. Hama Trips = 0
4. Hama Ulat Tanah = 0
5. Penyakit Layu Fusarium = 0,25
6. Penyakit Bercak Ungu = 0,50944375
7. Penyakit Antraknosa = 0
8. Penyakit Virus Mozaik Bawang = 0
9. Penyakit Bercak Daun = 0

Dari nilai hasil setiap penyakit maka akan diambil nilai terbesar yaitu penyakit Bercak Ungu dengan nilai 0,50944375.

3.3. Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan untuk menerapkan rancangan *interface* ke dalam sebuah sistem. Hasil dari implementasi ini adalah sebuah aplikasi Sistem Pakar yang dapat membantu dalam diagnosis awal hama dan penyakit

bawang merah. Halaman-halaman yang terdapat pada aplikasi ini yaitu:

A. Halaman Utama

Halaman menu home adalah halaman pertama yang ditampilkan ketika program ini dijalankan. Pada halaman tersebut ditemukan beberapa menu yang dibutuhkan, halaman ini juga berisi informasi tentang bawang merah.



Gambar 2. Tampilan Halaman Home

Pada gambar 2 terlihat bahwa setelah sistem ada pada halaman utama, *user* bisa melakukan proses registrasi atau proses *login*. Untuk *user* yang belum pernah melakukan proses registrasi, *user* harus melakukan proses registrasi terlebih dahulu sebelum melakukan proses *login* ke sistem.

B. Tampilan Halaman Registrasi

Halaman ini berisikan tentang proses registrasi sebelum melanjutkan ke proses *login* dengan mengisi form yang disediakan terlebih dahulu. Setelah melakukan proses registrasi, *user* akan langsung dihadapkan ke halaman *login* dan *user* dimintai untuk melakukan *login*.



Gambar 3. Halaman Registrasi

Pada gambar 3 terlihat proses registrasi sebelum *user login* untuk konsultasi. *User* harus mengisi biodata diri sesuai form tersedia yang seterusnya *user* mengklik *signup* dan tersimpan, data registrasi di gunakan oleh *user* untuk masuk ke sistem. Setelah melakukan proses registrasi *user* dapat melakukan *login* sesuai data yang telah dimasukkan pada saat proses registrasi. Tampilan login seperti gambar 4.



Gambar 4. Halaman Login

C. Tampilan Halaman Home User

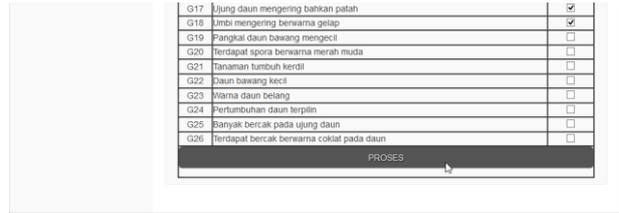
Gambar 5 adalah tampilan halaman home user yang berisikan menu menu untuk kebutuhan konsultasi user.



Gambar 5. Halaman Home User

D. Tampilan Halaman Konsultasi User

Tampilan halaman konsultasi user yang berfungsi sebagai tampilan bagi user untuk memilih beberapa pertanyaan yang muncul untuk gejala hama dan penyakit bawang merah. Form konsultasi akan menampilkan pertanyaan - pertanyaan berupa gejala yang ditemukan user, kemudian user akan memilih jawaban berdasarkan frekuensi gejala yang ditemukan dan hasil akhir dari beberapa gejala yang di jawab user akan ditampilkan pada halaman hasil konsultasi gambar 6.



Gambar 6. Halaman Konsultasi User

E. Tampilan Halaman Hasil Konsultasi User

Tampilan halaman hasil konsultasi user menampilkan hasil jawaban user dari gejala yang dialami user tentang hama dan penyakit bawang merah. Halaman hasil konsultasi user dapat dicetak dengan mengklik menu cetak hasil konsultasi seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Halaman Hasil Konsultasi User

F. Tampilan Halaman Laporan Data User

Tampilan Halaman Laporan Data User dan Cetak Laporan dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Halaman Laporan Data User

Gambar 8 menampilkan halaman laporan data user,

dimana halaman ini tampil setelah *admin login* ke dalam sistem dan melihat laporan data *user* yang telah melakukan registrasi pada sistem pakar hama dan penyakit bawang merah. Sedangkan untuk mencetak laporan pada halaman cetak laporan data *user* dengan mengklik *icon* cetak yang terdapat pada bagian bawah laporan.

4. KESIMPULAN

Akurasi dari sistem pakar hama dan penyakit bawang merah dengan membagi jumlah data yang cocok atau valid dengan banyaknya data uji yang digunakan kemudian mengalikan dengan 100%. Dari 10 data uji didapatkan 9 data valid atau hasilnya sama dengan data sampel. Pada sampel ke delapan, ada dua jenis penyakit yang teridentifikasi yaitu P02 dan P04 dimana perhitungan *Dempster Shafer* akan mengambil hasil perhitungan terbesar atau nilai terbesar yang mengakibatkan tidak sesuainya hasil diagnosis pakar dengan sistem pakar. Hasil probabilitas perhitungan dengan menggunakan metode *Dempster Shafer* didapatkan nilai keakuratan 95% yang diimplementasikan disistem ini dengan representasi pengetahuan yang berupa rule dan gejala.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan banyak dalam penulisan artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muliadi, I. Budiman, M. A. Pratama dan A. Sofyan, "Fuzzy dan Dempster-Shafer Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Cabai", *Kumpulan jurnal Ilmu Komputer (KLIK)*, Vol. 4, No.2, pp. 209-222, 2017.
- [2] D. Novayana, R. Sipayung dan A. Barus, "Respons Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Terhadap Jenis Mulsa dan Pupuk Kandang Ayam", *Jurnal Online Agroekoteknologi*, Vol. 3, No. 2, pp. 446-457, 2015.
- [3] R. Sunarya, dan D. Destiani, "Pengembangan Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit pada Tanaman Bawang Merah Berbasis Android", *Jurnal Algoritma STT Garut*, Vol. 13, No. 1, pp. 84-91, 2016.
- [4] R. A. Speir dan M. A. Haidekker, "Onion Postharvest Quality Assessment with X-Ray Computed Tomography - A Pilot Study", *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, Vol. 20, No. 3, pp. 15-19, 2017. DOI: 10.1109/MIM.2017.7951686
- [5] Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura, "Budidaya Bawang Merah Secara Pengendalian Hama Terpadu", Dinas Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan Provinsi Sumatera Barat, Padang, 2018.
- [6] I. H. Santi, dan B. Andari, "Sistem Pakar Untuk Mengidentifikasi Jenis Kulit Wajah dengan Metode Certainty Factor", *INTENSIF: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi*, Vol. 3, No. 2, pp. 159-177, 2019.
- [7] S. Sibagariang, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Sapi Dengan Metode Certainty Factor Berbasis Android", *Jurnal TIMES*, Vol. 4 No. 2, pp. 35-39, 2015.
- [8] J. Adler (2017), "Diagnosa Penyakit dengan Gejala Demam pada Manusia Berbasis Mobile: Knowledge Based System", *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, Vol. 6, No. 2, 51-58, 2017.
- [9] S. Kaur dan R. K. Bawa, "Implementation of an Expert System for the Identification of Drug Addiction Using Decision Tree ID3 Algorithm", *IEEE 3rd ICACCA*, 2017. DOI: 10.1109/ICACCAF.2017.8344677
- [10] I. L. K. Panjaitan, E. Panggabean dan Sulindawaty, "Analisis Perbandingan Metode Dempster Shafer Dengan Metode Certainty Factor Untuk Mendiagnosa Penyakit Stroke", *Journal Of Informatic Pelita Nusantara*, Vol. 3, No. 1, pp. 69-74, 2018.
- [11] C. T. Pasaribu, N. Hidayat dan R. C. Wihandika, "Pemodelan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Tanaman Tembakau Virginia dengan Metode Dempster-Shafer", *Jurnal PTIK*, Vol. 2 No. 5, pp. 2092-2094, 2018.
- [12] O. R. Samosir, N. A. Hasibuan dan Suginam, "Perancangan Aplikasi Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Pada Tanaman Strawberry Dengan Menerapkan Metode Dempster Shafer", *Majalah Ilmiah INTI*, Vol. 13 No. 1, pp. 64-68, 2017.
- [13] Nurmaludin dan G. R. Cahyono, "Metode Penalaran Sistem Pakar Menggunakan Model Hibrid Fuzzy Dempster Shafer Untuk Identifikasi Hama Dan Penyakit Tanaman Jagung", *Jurnal Poros Teknik*, Vol. 9, No. 1, pp. 20-26, 2017.
- [14] D. Purnomo, B. Irawan dan Y. Brianorman, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Kucing Menggunakan Metode Dempster Shafer Berbasis Android", *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*, Vol. 5 No. 1, pp. 45-55, 2017.
- [15] A. Wahyudi, R. Efendi dan Y. Setiawan, "Perancangan Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Menular Pada Balita Menggunakan Metode Dempster-Shafer", *Rekursif Jurnal Informatika*, Vol. 6, No. 1, pp. 80-87, 2018.