

SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN PADI MENGUNAKAN FORWARD CHAINING DAN DEMPSTER SHAFER

(Expert System for Diagnosis Diseases of Rice Plant Using Forward Chaining and Dempster Shafer)

Dianmita Ayu Putri*, Arik Aranta

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

Email: pdianmitayu@gmail.com, arikaranta@unram.ac.id

Abstract

Rice (*Oryza sativa*) is one of the main commodities in Indonesia. One of the inhibitors of rice crop production is disease. Rice plant diseases can be caused by pathogens, host plants or bad environment. The process of diagnosing rice diseases requires expertise, knowledge and experience. This study aims to build an expert system that can diagnose 13 types of rice plant diseases from 43 symptoms based on the knowledge of 3 experts with forward chaining reasoning methods and mobile-based dempster shafer calculation methods. The testing technique used is black box testing, theoretical calculation testing, system accuracy testing and MOS (Mean Opinion Score) testing. The black box test results state that the expert system has 100% compatibility in terms of functionality based on the test scenario being carried out. The theoretical calculation test results state that the expert system calculations are in accordance with the results of manual calculations. System accuracy testing results from 30 test cases get an accuracy of 81.11%. The results of MOS testing conducted on 30 respondents produced MOS of 4.2 from a scale of 5 categorized into a good system.

Keywords: Expert system, Rice plant disease, Forward Chaining, Dempster Shafer, Mobile

*Penulis Korespondensi

1. PENDAHULUAN

Tanaman padi selalu menempati urutan pertama dalam hal tingkat produksi tanaman pangan di Indonesia terhitung dari tahun 2000 sampai tahun 2017 [1][2]. Salah satu penghambat pertumbuhan produksi panen di Indonesia adalah penyakit tanaman padi. Apabila penyakit tersebut tidak dapat ditangani segera, maka kegagalan produksi atau gagal panen akan dialami petani padi. Hal ini diketahui seperti yang diketahui dari sekitar 20 Hektar tanaman padi milik petani di satuan pemukiman (SP) delapan Desa Sumber Makmur mengalami gagal panen akibat terserang penyakit [3].

Untuk dapat melakukan diagnosis terhadap penyakit tanaman padi, diperlukan adanya pengetahuan, keahlian dan pengalaman di bidang yang sama. Keterbatasan jumlah sumber daya manusia yang memiliki pengetahuan, keahlian dan pengalaman untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman padi terkadang menjadi kendala. Karenanya, diperlukan sebuah sistem pakar untuk dijadikan sebagai salah satu pemecah masalah di bidang pertanian, khususnya yang berkaitan dengan penyakit

tanaman padi [4]. Pengetahuan seorang pakar dimanfaatkan dalam sistem pakar. Pengetahuan tersebut disimpan pada sebuah sistem untuk melakukan pemecahan masalah yang tidak bisa dipecahkan oleh orang awam[5].

Sistem pakar menerapkan beberapa metode yang dapat digunakan contohnya adalah *forward chaining* dan *dempster shafer*. Metode *forward chaining* dipilih karena metode tersebut lebih tepat digunakan jika fakta-fakta yang diberikan lebih banyak daripada kesimpulan yang akan disimpulkan [6]. Metode *dempster shafer* dipilih karena metode tersebut dapat memberikan informasi tambahan berupa persentase tingkat keyakinan terhadap penyakit yang diderita oleh suatu objek. Selain itu, kedua metode ini dipilih untuk digabungkan karena berdasarkan penelitian [7] dan [8] yang menggunakan metode *forward chaining* dan *dempster shafer* didapatkan akurasi yang cukup tinggi sebesar 90% dan 88,33%.

Dalam implementasinya, kebanyakan sistem pakar berbasis *web* dan *mobile*. Sistem pakar berbasis *mobile* dipilih karena memiliki keunggulan dapat digunakan secara offline, sehingga *user* dapat

menggunakannya dimana dan kapan saja tanpa harus khawatir dengan keberadaan jaringan *internet*.

Untuk dapat mendiagnosis penyakit tanaman padi di Indonesia, penulis mengajukan sebuah penelitian untuk membangun sebuah sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi menggunakan *forward chaining* dan *dempster shafer* berbasis *mobile*.

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian tentang sistem pakar menggunakan metode *forward chaining* yang telah dilakukan sebelumnya [9][10][11]. Penelitian dengan metode *forward chaining* dapat mengidentifikasi 16 macam penyakit padi beserta 26 gejalanya. Pengujian fungsional menunjukkan aplikasi yang dijalankan sesuai dengan setiap kasus uji yang diberikan. Pengujian non fungsional memberikan persentase sebesar 84.75% [9]. Penelitian dengan metode *forward chaining* dan *certainty factor* menggunakan 4 data hama dan 6 data penyakit. Hasil diagnosis sistem dibandingkan dengan hasil diagnosis ahli dan memberikan akurasi sebesar 73.81% [10]. Penelitian dengan metode *forward chaining* dengan 18 data penyakit, 36 data gejala dan 3 data keluhan pada bayi bawah lima tahun. Hasil akurasi sistem sebesar 82% dengan 50 kasus [11].

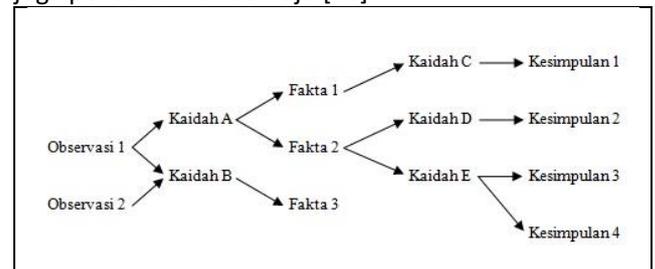
Penelitian tentang sistem pakar menggunakan metode *dempster shafer* yang telah dilakukan sebelumnya [12][13][14]. Penelitian dengan metode *dempster shafer* menggunakan 8 data penyakit tanaman padi. Hasil dari penelitian ini berupa rancangan sistem pakar untuk mendeteksi penyakit tanaman padi [12]. Penelitian dengan metode *dempster shafer* menggunakan 9 data penyakit semangka serta 35 gejalanya. Hasil uji sistem sebesar 86% dari 21 kasus yang diuji [13]. Penelitian dengan metode *dempster shafer* menggunakan 19 data hama dan 18 data penyakit tebu. Hasil pengujian akurasi sebesar 86.67% dari 30 data uji [14].

Penelitian tentang penerapan metode *dempster shafer* untuk sistem mendeteksi penyakit tanaman padi. Data yang digunakan yaitu 8 jenis penyakit tanaman padi. Hasil dari penelitian berupa rancangan sistem pakar untuk mendeteksi penyakit tanaman padi. Saran yang untuk penelitian selanjutnya yaitu diharapkan menggunakan metode penalaran non-monotonis yang berbeda dan dapat menerapkan metode *dempster shafer* pada sistem pakar berbasis *mobile* agar dapat mempermudah pengguna menjalankan aplikasi secara *offline* [12].

Penelitian tentang sistem pakar menggunakan *forward chaining* dan *dempster shafer* yang telah dilakukan sebelumnya [7][8]. Penelitian menggunakan dengan metode *forward chaining* dan *dempster shafer* menghasilkan akurasi sebesar 90% dari 20 data uji [7]. Penelitian menggunakan metode *forward chaining* dan *dempster shafer* memiliki akurasi sebesar 88.333% dari 60 kasus yang diuji [8].

2.2. Forward Chaining

Forward chaining adalah sebuah metode penalaran yang dimulai dari mengumpulkan fakta-fakta untuk mendapat kesimpulan. Metode ini disebut juga pencarian runut maju [10].



Gambar 1 *Forward chaining*

Pada Gambar 1, Observasi merupakan kegiatan melihat suatu gejala fisik pada sebuah objek yang dilakukan oleh seorang pakar. Kegiatan ini terus menerus dilakukan sampai melakukan pengambilan kesimpulan berdasarkan fakta-fakta yang diperoleh pakar [7].

2.3. Dempster Shafer

Secara teori *dempster shafer* ditulis dalam interval yaitu [*Belief, Plausability*]. *Belief* (Bel) adalah tingkat kepastian atau kepercayaan *evidence* dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Nilai 0 menandakan tidak ada kepastian sedangkan nilai 1 menandakan kepastian. *Plausability* (Pl) juga memiliki nilai yang sama, 0 sampai 1. Jika yakin dengan X maka $Belief(X) = 1$ sehingga $Pls = 0$. Fungsi *belief* dan *plausability* dituliskan pada persamaan (1) dan (2).

$$Bel(X) = \sum_{Y \subseteq X} m(Y) \tag{1}$$

$$Pl(X) = 1 - Bel(X') = 1 - \sum_{Y \subseteq X'} m(X') \tag{2}$$

Dimana:

$Bel(X) = Belief(X)$

$Pls(X) = Plausability(X)$

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

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

Secara umum, formulasi untuk *dempster shafer's rule of combination* dituliskan pada persamaan (3).

$$m1 \oplus m2(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} ml(X)m2(Y)}{1 - k} \quad (3)$$

Dimana, k merupakan jumlah besarnya k dapat dituliskan pada persamaan (4).

$$k = \sum_{X \cap Y = \theta} ml(X)m2(Y) \quad (4)$$

Sehingga apabila persamaan (3) disubsitusikan dengan persamaan (4) akan menjadi persamaan (5).

$$m1 \oplus m2(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} ml(X)m2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \theta} ml(X)m2(Y)} \quad (5)$$

Dimana:

$m1 \oplus m2(Z)$ = mass function dari evidence (Z)

$m1(X)$ = mass function dari evidence (X)

$m2(Y)$ = mass function dari evidence (Y)

3. METODE PENELITIAN

3.1. Proses Penelitian

Proses penelitian sistem pakar ini dimulai dengan melakukan studi literatur, pengumpulan data, perancangan sistem, implementasi, pengujian sistem, dan penarikan kesimpulan [15].

3.1.1. Studi literatur

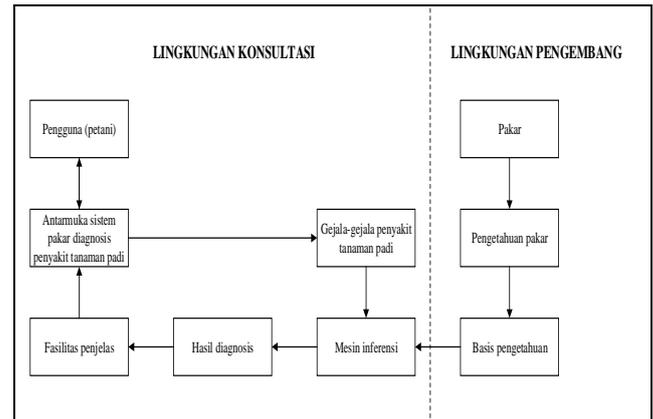
Studi literatur, dilakukan dengan mengumpulkan, membaca serta menganalisis berbagai jurnal yang berkaitan dengan sistem pakar, penyakit tanaman padi, metode penelitian *forward chaining* dan *dempster shafer*. Hal tersebut dilakukan untuk menambah wawasan serta mengetahui kelebihan dan kelemahan dari penelitian sebelumnya.

3.1.2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini, diawali dengan melakukan wawancara dengan pakar terkait. Pertama, wawancara dengan pakar di UPTD BPT Pertanian Provinsi NTB yaitu Irwan Hidayat, S.P., untuk mendapatkan data penyakit tanaman padi beserta gejala dan cara penanggulangannya. Kedua, wawancara dilakukan untuk mendapatkan bobot kepercayaan dari gejala-gejala yang terdapat pada setiap penyakit kepada pakar di UPTD BPT Pertanian Provinsi NTB yaitu Irwan Hidayat, SP., dan Ir. ING Mandra, MSi., serta pakar di UPTD Pertanian Kecamatan Labuapi yaitu Jaswandi, S.P.

3.1.3. Perancangan Sistem

Desain arsitektur untuk sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Desain arsitektur sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi[15]

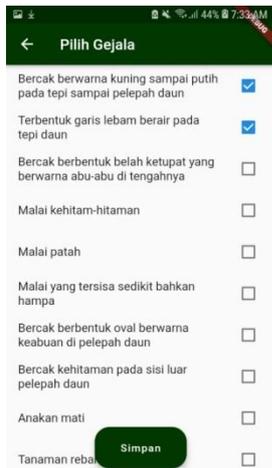
Berikut merupakan penjelasan dari desain arsitektur pada Gambar 1.

- Pengguna (petani) merupakan para petani yang nantinya akan melakukan diagnosis langsung terhadap tanaman padinya.
- Pakar, pada sistem ini digunakan sebanyak tiga orang pakar yang mana dua orang berasal dari UPTD BPT Pertanian Provinsi NTB yaitu Irwan Hidayat, SP., dan Ir. ING Mandra, MSi., serta satu orang berasal dari UPTD Pertanian Kecamatan Labuapi yaitu Jaswandi, S.P.
- Antarmuka, merupakan sarana komunikasi antara pengguna dan sistem.
- Gejala-gejala penyakit, akan dimanfaatkan untuk melakukan diagnosis penyakit tanaman padi..
- Pengetahuan pakar, digunakan untuk menentukan aturan-aturan untuk mendiagnosis penyakit tanaman padi.
- Fasilitas penjelas, merupakan penjelasan mengenai bagaimana tindakan yang akan dilakukan dalam menangani penyakit tanaman padi hasil diagnosis yang dilakukan.
- Hasil diagnosis, merupakan menyajikan kesimpulan penyakit yang diderita oleh tanaman yang telah didiagnosis.
- Mesin inferensi, digunakan mesin inferensi *forward chaining* sebagai penalaran dengan masukan beberapa gejala penyakit tanaman padi untuk mendapatkan kesimpulan. Selain itu, digunakan juga metode *dempster shafer* dalam proses perhitungannya.

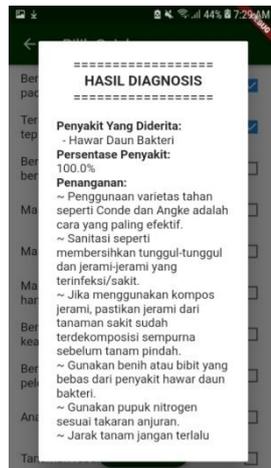
- i. Basis pengetahuan, berisi kumpulan pengetahuan pakar.

3.1.4. Implementasi

Implementasi sistem pakar menggunakan Flutter sehingga dapat berjalan pada dua sistem operasi yaitu Android dan IOS. Implementasi sistem pakar untuk menu diagnosis penyakit terdapat pada Gambar 3 untuk tempat pemilihan gejala penyakit tanaman padi yang diobservasi dan Gambar 4 merupakan hasil yang ditampilkan berdasarkan proses diagnosis sistem pakar, menu pupuk padi terdapat pada Gambar 5, deskripsi penyakit terdapat pada Gambar 6 yang merupakan halaman pilih penyakit yang akan dilihat deskripsinya dan Gambar 7 merupakan detail deskripsi penyakit yang dipilih sebelumnya, serta untuk menu panduan pengguna terdapat pada Gambar 8.



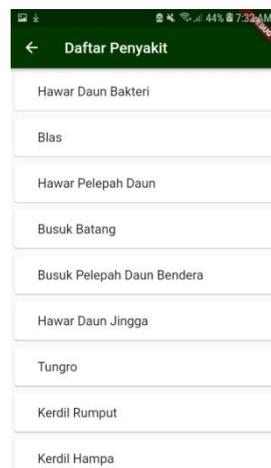
Gambar 3 Antarmuka pilih gejala



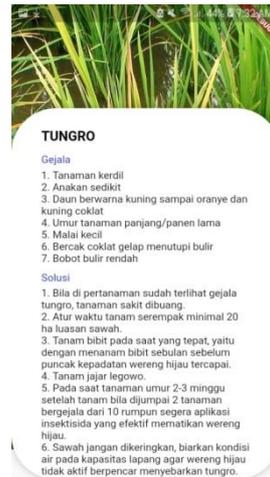
Gambar 4 Antarmuka hasil diagnosis



Gambar 5 Antarmuka pupuk padi



Gambar 6 Antarmuka daftar penyakit



Gambar 7 Antarmuka detail penyakit



Gambar 8 Antarmuka panduan pengguna

3.1.5. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk menguji kelayakan sistem. Pengujian ini meliputi pengujian menggunakan *black box*, "perhitungan teoritis", akurasi sistem dan MOS. Apabila dalam pengujian sistem tidak bekerja sesuai dengan fungsinya dan tidak dapat mendiagnosis lebih dari 50% kasus penyakit tanaman padi, maka akan dilakukan analisa kembali mulai ke tahap perancangan sistem

3.1.6. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan, dilakukan setelah melakukan tahap pengujian sistem yang bertujuan untuk memberikan informasi kesesuaian antara hasil penelitian yang dilakukan dengan tujuan dilakukannya penelitian yang telah dipaparkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Black Box

Pengujian black box dilakukan dengan mengamati dan memeriksa fungsionalitas dari sistem yang dibangun [16]. Pengujian ini dilakukan pada 5 orang mahasiswa Teknik Informatika dan dilakukan di kediaman responden dan fakultas FKIP Universitas Mataram. Hasil dari pengujian black box dapat dilihat di Tabel I.

TABEL I. HASIL PENGUJIAN BLACK BOX

Fungsi	Hasil
Fungsi menu diagnosis penyakit	Valid
Fungsi menu pupuk padi	Valid
Fungsi menu deskripsi penyakit	Valid
Fungsi menu panduan pengguna	Valid

Berdasarkan Tabel 1, dapat disimpulkan bahwa sistem pakar yang dibangun telah berjalan sesuai dengan fungsinya. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa sistem pakar ini memiliki kesesuaian sebesar 100% dari segi fungsionalitasnya berdasarkan skenario uji yang dilakukan.

4.2. Pengujian “Perhitungan Teoritis”

Pada pengujian ini dilakukan pada 1 contoh kasus untuk mengetahui kesesuaian perhitungan manual dan perhitungan sistem pakar. Perhitungan ini dimisalkan pengguna memasukkan gejala seperti pada Tabel II.

TABEL II. CONTOH KASUS

Gejala	Nama Penyakit	Belief
Bercak kehitaman pada sisi luar pelepah daun	(P04) Busuk batang	0.83
Malai mengerut	(P05) Pelepah daun bendera	0.5
Tanaman kerdil	(P07) Tungro	0.83
	(P08) Kerdil rumput	1
	(P09) Kerdil hampa	0.83
	(P10) Kahat nitrogen	1
	(P11) Kahat fosfor	0.83
	(P12) Kahat kalium	0.5
Daun pendek	(P13)Kahat belerang	0.7
	(P08) Kerdil rumput	1
	(P10) Kahat nitrogen	1

- a. Gejala 1: Bercak kehitaman
Dilakukan *observasi* bercak kehitaman sebagai gejala yang terlihat pada tanaman padi.
 $m1\{P04\} = 0.83$
 $m1\{\Theta\} = 1-0.83 = 0.17$
- b. Gejala 2: Malai mengerut
Dilakukan *observasi* malai mengerut sebagai gejala yang terlihat pada tanaman padi.
 $m2\{P05\} = 0.5$
 $m2\{\Theta\} = 1-0.5 = 0.5$

TABEL III. ATURAN KOMBINASI M3

m1	m2	
	$m2\{P05\} = 0.5$	$m2\{\Theta\} = 0.5$
$m1\{P04\} = 0.83$	$\{\Theta\} = 0.5 \times 0.83 = 0.415$	$\{P04\} = 0.5 \times 0.83 = 0.415$
$m1\{\Theta\} = 0.17$	$\{P05\} = 0.5 \times 0.17 = 0.085$	$\{\Theta\} = 0.5 \times 0.17 = 0.085$

Sehingga, dapat dihitung sebagai berikut:

$$m3\{P05\} = \frac{0.085}{1-0.415} = 0.14225299$$

$$m3\{P04\} = \frac{0.415}{1-0.415} = 0.7094017$$

$$m3\{\Theta\} = \frac{0.085}{1-0.415} = 0.14225299$$

- c. Gejala 3: Tanaman kerdil

Dilakukan *observasi* tanaman kerdil sebagai gejala yang terlihat pada tanaman padi.

$$m4\{P07,P08,P09,P10,P11,P12,P13\}$$

$$= \frac{0.83+1+0.83+1+0.83+0.5+0.7}{7} = 0.83$$

$$m4\{\Theta\} = 1-0.83 = 0.17$$

TABEL IV. ATURAN KOMBINASI M5

m3	m4	
	$m4\{P07,P08,P09,P10,P11,P12,P13\} = 0.81$	$m4\{\Theta\} = 0.19$
$m3\{P05\} = 0.14225299$	$\{\Theta\} = 0.81 \times 0.14225299 = 0.117692271$	$\{P05\} = 0.19 \times 0.14225299 = 0.0276068$
$m3\{P04\} = 0.7094017$	$\{\Theta\} = 0.81 \times 0.7094017 = 0.574615377$	$\{P04\} = 0.19 \times 0.7094017 = 0.13478923$
$m3\{\Theta\} = 0.14225299$	$\{P07,P08,P09,P10,P11,P12,P13\} = 0.81 \times 0.14225299 = 0.117692271$	$\{\Theta\} = 0.19 \times 0.14225299 = 0.0276068$

Sehingga, untuk $m5$ dapat dihitung sebagai berikut:

$$m5\{P05\} = \frac{0.0276068}{1-0.117692271} = 0.089722$$

$$m5\{P04\} = \frac{0.13478923}{1-0.117692271} = 0.4380654$$

$$m5\{P07,P08,P09,P10,P11,P12,P13\} = \frac{0.117692271}{1-0.117692271} = 0.3825$$

$$m5\{\Theta\} = \frac{0.0276068}{1-0.117692271} = 0.089722$$

- d. Gejala 4: Daun kaku

Dilakukan *observasi* daun kaku sebagai gejala yang terlihat pada tanaman padi.

$$m6\{P08,P10\} = \frac{1+1}{2} = 1$$

$$m6\{\Theta\} = 1-1 = 0$$

TABEL V. ATURAN KOMBINASI M7

m5	m6	
	m6{P08,P10} = 1	m6{Θ} = 0
m5{P05} = 0.089722	{Θ}=0.089722 x1= 0.089722	{P05} = 0.089722x0 =0
m5{P04} = 0.4380654	{Θ}= 0.4380654x1 = 0.4380654	{P04} = 0
m5{P07,P08 ,P09,P10,P11,P12,P13} = 0.3825	{P08,P10}=0.3825 x 1 = 0.3825	{P07,P08,P09,P10,P11,P12,P13} =0.3825 x 0 = 0
{Θ} = 0.089722	{P08,P10} = 0.089722	{Θ} = 0

Sehingga, dapat dihitung sebagai berikut:

$$m7\{P08,P10\} = \frac{0.3825+0.089722}{1-(0.089722+0.4380654)} = 1$$

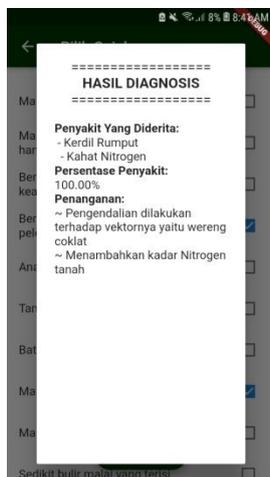
$$m7\{P05\} = 0$$

$$m7\{P04\} = 0$$

$$m7\{P07,P08,P09,P10,P11,P12,P13\} = 0$$

$$m7\{\Theta\} = 0$$

Dari hasil perhitungan tersebut, nilai densitas tertinggi ada pada penyakit P08 dan P09 yaitu kerdil rumput dan kahat nitrogen dengan persentase sebesar 100%. Setelah itu, dilakukan pemasukkan gejala seperti pada Tabel II ke dalam 115system pakar. Sistem memberikan hasil diagnosis kerdil kerdil rumput dan kahat nitrogen dengan persentase sebesar 100.00% pada Gambar 9, sehingga disimpulkan bahwa hasil perhitungan sistem telah sesuai dengan hasil perhitungan manual.



Gambar 9 Hasil diagnosis sistem pakar

4.3. Pengujian Akurasi Sistem

Pengujian akurasi sistem dilakukan oleh tiga pakar penyakit tanaman padi. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian hasil diagnosis pakar dengan hasil diagnosis yang dilakukan oleh sistem pakar. Pengujian ini menggunakan 30 kasus uji yang dilakukan oleh pakar 1 yaitu Irwan Hidayat, S.P., pakar 2 yaitu Jaswandi, S.P., dan pakar 3 yaitu Ir. ING Mandra M.Si. Data kasus uji ini diberikan oleh pakar 2. Perbandingan diagnosis pengujian pakar dengan diagnosis sistem pakar yang memiliki nilai *belief* rata-rata ketiga orang pakar dapat dilihat pada Tabel VI.

TABEL VI. HASIL PENGUJIAN AKURASI SISTEM

Hasil Diagnosis Sistem	Hasil Diagnosis Pakar 1	Hasil Diagnosis Pakar 2	Hasil Diagnosis Pakar 3
Blas, 100%	Blas	Blas	Blas
Tidak Diketahui	Blas, Busuk Batang	Hawar Daun, Bakteri Busuk Batang	Hawar Pelepah Daun
Busuk Batang, 58.12%	Busuk Batang	Busuk Batang	Busuk Batang
Kahat Belerang, 58.51%	Kahat Belerang	Kahat Belerang	Kahat Belerang
Kahat Nitrogen, 100%	Kahat Nitrogen	Kahat Nitrogen	Kahat Nitrogen
Kahat Kalium, 42.59%	Kahat Kalium	Kahat Kalium	Kahat Kalium
Kahat Nitrogen, Kahat Fosfor, 68.07%	Tungro	Kahat Nitrogen	Kahat Nitrogen
Tungro ,40.04%	Tungro	Tungro	Tungro, Fosfor
Busuk Batang, 50.87%	Busuk Batang	Busuk Batang	Busuk Batang
Blas, 100%	Blas	Blas	Blas
Hawar Daun Bakteri, 100%	Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri
Kerdil Rumput, 100%	Kerdil Rumput	Kerdil Rumput	Kerdil Rumput
Blas, 100%	Blas	Blas	Blas
Kahat Kalium, 58.61%	Kahat Kalium	Kahat Kalium	Kahat Kalium
Kerdil Hampa, 100%	Kerdil Hampa	Kerdil Hampa	Kerdil Hampa

TABEL VI. LANJUTAN

Hasil Diagnosis Sistem	Hasil Diagnosis Pakar 1	Hasil Diagnosis Pakar 2	Hasil Diagnosis Pakar 3
Hawar Daun Jingga, 69.65%	Tungro	Hawar Daun Jingga	Kerdil Rumput, Kahat Fosfor
Kerdil Hampa, 100%	Kerdil Hampa	Kerdil Hampa	Kerdil Hampa
Tungro, 26.57%	Tungro	Tungro	Tungro
Kerdil Rumput, 100%	Kerdil Rumput	Kerdil Rumput	Kerdil Rumput
Hawar Daun Bakteri, 100%	Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri
Busuk Batang, 61.47%	Busuk Batang	Busuk Batang	Busuk Batang
Hawar Pelepah Daun, Pelepah Daun Bendera, 79.70%	Hawar Pelepah Daun, Pelepah Daun Bendera	Hawar Pelepah Daun	Hawar Pelepah Daun
Kahat Belerang, 39,59%	Kahat Belerang	Kahat Belerang	Tungro, Kahat Nitrogen
Hawar Daun Bakteri, 100%	Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri
Hawar Daun Bakteri, 100%	Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri
Hawar Daun Jingga, 42.36%	Hawar Daun Jingga	Hawar Pelepah Daun	Hawar Daun Jingga
Kahat Fosfor, 50%	Tungro	Kahat Fosfor	Kahat Fosfor
Kerdil Hampa, 41.5%	Kahat Nitrogen	Pelepah Daun Bendera	Kahat Nitrogen
Kahat Nitrogen, 100%	Kahat Nitrogen	Kahat Nitrogen	Kahat Nitrogen
Pelepah Daun Bendera, 78.62%	Pelepah Daun Bendera	Pelepah Daun Bendera	Pelepah Daun Bendera

Setelah dilakukan perhitungan nilai akurasi sistem untuk pakar 1, 2 dan 3. Hasil pengujian akurasi sistem

sebesar 81.11%. Adanya perbedaan pengetahuan dan pengalaman menyebabkan perbedaan hasil diagnosis masing-masing pakar.

Selain itu juga, dihitung nilai akurasi sistem dengan nilai *belief* masing-masing pakar. Akurasi sistem antara hasil diagnosis dengan pakar 1 dan sistem pakar menggunakan nilai *belief* pakar 1 adalah sebesar 63.33%. Akurasi sistem antara hasil diagnosis dengan pakar 2 dan sistem pakar menggunakan nilai *belief* pakar 2 adalah sebesar 76.67%. Akurasi sistem antara hasil diagnosis dengan pakar 3 dan sistem pakar menggunakan nilai *belief* pakar 3 adalah sebesar 63.33%.

4.4. Pengujian MOS (Mean Opinion Score)

Pengujian MOS dilakukan untuk mengetahui kelayakan sistem pakar yang dibangun berdasarkan pada tampilan yang diberikan, informasi yang ditampilkan dan penggunaan sistem. Pengujian MOS dilakukan dengan pemberian bobot atas pertanyaan-pertanyaan yang diberikan. Tabel VII merupakan pembobotan pengujian MOS.

TABEL VII. BOBOT NILAI PENGUJIAN MOS[15]

MOS	Keterangan	Bobot	Kelompok
SS	Sangat setuju	5	Good
S	Setuju	4	Good
TT	Tidak Tahu	3	Neutral
TS	Tidak setuju	2	Bad
STS	Sangat Tidak setuju	1	Bad

Setelah reponden menjawab setiap pertanyaan-pertanyaan yang diberikan, kemudian dihitung dengan rumus pada persamaan (1) [17].

$$mean\ pi = \frac{\sum Si.Bi}{N} \tag{1}$$

Dimana:

- mean pi* : rata-rata skor setiap atribut pertanyaan
- Si* : jumlah responden yang memilih setiap atribut jawaban
- Bi* : bobot setiap atribut pertanyaan
- N* : jumlah responden

Untuk mencari nilai MOS atau skor rata-rata diberikan oleh responden pada seluruh atribut pertanyaan, digunakan persamaan (2) dalam perhitungannya.

$$MOS = \frac{\sum_{i=0}^n x(i).k}{N} \tag{2}$$

Dimana:

- x(i)* : Nilai sampel ke-*i*
- k* : Jumlah bobot
- N* : jumlah responden

Responden dalam pengujian ini yaitu 30 orang (terdiri dari 10 mahasiswa teknik informatika, 10 mahasiswa pertanian dan 10 orang petani padi). Setiap kelompok responden diberikan pertanyaan yang berbeda-beda sesuai dengan tingkat pemahamannya. Responden mahasiswa teknik informatika memahami tentang sistem, responden mahasiswa pertanian memahami tentang informasi yang disajikan pada sistem yang dibangun serta responden petani padi merupakan pengguna sistem pakar biasa. Pengujian MOS dilakukan di kediaman mahasiswa teknik informatika, fakultas pertanian dan kediaman petani padi.

Pertama adalah pengujian MOS oleh 10 mahasiswa teknik informatika, hasilnya dapat diketahui pada Tabel VIII.

TABEL VIII. HASIL PENGUJIAN MOS OLEH MAHASISWA TEKNIK INFORMATIKA

No	Pertanyaan	SS (5)	S (4)	TT (3)	TS (2)	STS (1)	Total	Mean pi
1	Pertanyaan 1	4	4	2	-	-	10	4.2
2	Pertanyaan 2	7	3	-	-	-	10	4.7
3	Pertanyaan 3	6	2	2	-	-	10	4.4
4	Pertanyaan 4	6	2	2	-	-	10	4.4
5	Pertanyaan 5	7	3	-	-	-	10	4.7
Sub Total		30	14	6	-	-	50	22.4
MOS (Mean Opinion Score)								4.48

Berikut isi kuisioner untuk responden mahasiswa Teknik Informatika:

- a. Penggunaan sistem pakar tidak membutuhkan jeda waktu yang lama.
- b. Pemilihan dan penempatan icon-icon/gambar-gambar pada sistem pakar sudah sesuai dengan tema diagnosis penyakit tanaman padi.
- c. Penggunaan warna tampilan dan jenis huruf pada sistem pakar ini sudah sesuai dan serasi dengan tema diagnosis penyakit tanaman padi.
- d. Sudah baik dalam penempatan berbagai fitur (seperti menu, button dll).
- e. Tampilan yang diberikan menarik.

Berdasarkan hasil pengujian MOS oleh mahasiswa teknik informatika pada Tabel VIII diperoleh kesimpulan hasil perhitungan MOS sebesar 4.48. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kualitas sistem pakar yang dibangun sudah baik.

Kedua adalah pengujian MOS oleh 10 mahasiswa pertanian, hasilnya dapat diketahui pada Tabel IX.

TABEL IX. HASIL PENGUJIAN MOS OLEH MAHASISWA PERTANIAN

No	Pertanyaan	SS (5)	S (4)	TT (3)	TS (2)	STS (1)	Total	Mean pi
1	Pertanyaan 1	-	7	2	1	-	10	3.6
2	Pertanyaan 2	4	5	1	-	-	10	4.3
3	Pertanyaan 3	-	6	4	-	-	10	3.6
4	Pertanyaan 4	2	7	-	1	-	10	4
5	Pertanyaan 5	1	4	5	-	-	10	4.8
Sub Total		7	29	12	2	-	50	20.3
MOS (Mean Opinion Score)								4.06

Berikut isi kuisioner untuk responden mahasiswa Pertanian:

- a. Informasi yang ditampilkan (berupa gejala, penyakit dan solusi) sesuai/tidak bertentangan dengan apa yang dipelajari di bangku perkuliahan.
- b. Dengan adanya aplikasi ini dapat memberikan informasi penanganan penyakit tanaman padi yang akurat.
- c. Informasi yang ditampilkan aplikasi lengkap.
- d. Pemilihan gambar pendukung sesuai dengan informasi yang ditampilkan.
- e. Aplikasi akan tetap digunakan untuk melakukan diagnosis penyakit tanaman padi.

Berdasarkan hasil pengujian MOS oleh mahasiswa pertanian pada Tabel IX diperoleh kesimpulan hasil perhitungan MOS sebesar 4.06. Nilai tersebut menunjukkan bahwa informasi yang ditampilkan sistem pakar yang dibangun sudah baik.

Terakhir adalah pengujian MOS oleh 10 petani padi, hasilnya dapat diketahui Tabel X.

TABEL X. HASIL PENGUJIAN MOS OLEH PETANI PADI

No	Pertanyaan	SS (5)	S (4)	TT (3)	TS (2)	STS (1)	Total	Mean pi
1	Pertanyaan 1	-	4	5	1	-	10	3.3
2	Pertanyaan 2	2	5	3	-	-	10	3.9
3	Pertanyaan 3	2	7	1	-	-	10	4.1
4	Pertanyaan 4	5	5	-	-	-	10	5
5	Pertanyaan 5	3	4	3	-	-	10	4
Sub Total		12	25	12	1	-	50	20.3
MOS (Mean Opinion Score)								4.06

Berikut isi kuisioner untuk responden petani padi:

- a. Aplikasi mudah dipahami dan digunakan.
- b. Aplikasi ini dapat memudahkan petani dalam untuk mengetahui penyakit tanaman padinya.
- c. Aplikasi ini dibutuhkan oleh petani padi untuk mengecek penyakit tanaman padinya sendiri.
- d. Aplikasi ini dapat menambah pengetahuan petani mengenai informasi gejala dan penyakit tanaman padi beserta solusinya.

- e. Aplikasi ini akan tetap digunakan untuk melakukan proses mencari tahu penyakit tanaman padi milik petani.

Berdasarkan hasil pengujian MOS oleh petani padi pada Tabel X diperoleh kesimpulan hasil perhitungan MOS sebesar 4.06. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem pakar yang dibangun mudah digunakan.

Setelah dilakukan perhitungan MOS terhadap 10 mahasiswa teknik informatika, 10 mahasiswa pertanian dan 10 petani, didapatkan MOS rata-ratanya sebesar 4.2. Pertanyaan hasil kualitas sistem ini berdasarkan pada Tabel VII dimana pada tabel tersebut diketahui bahwa sistem pakar berada pada rentang nilai MOS 4 sampai 5 yang dikelompokkan dalam kategori sistem good (baik).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis yang dilakukan pada sistem pakar yang dibangun, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

- Sistem pakar yang dibangun mampu melakukan diagnosis terhadap 13 penyakit tanaman padi berdasarkan pengetahuan tiga orang pakar dan mampu memberikan hasil yang sesuai dengan perhitungan manual.
- Sistem pakar yang dibangun memiliki nilai akurasi sebesar 81.11% berdasarkan pengujian akurasi kepada tiga orang pakar dengan menggunakan 30 kasus yang berbeda.
- Sistem pakar yang dibangun memiliki nilai MOS (Mean Opinion Score) sebesar 4.48 untuk responden mahasiswa teknik informatika, 4.06 untuk responden mahasiswa pertanian dan 4.06 untuk responden petani padi serta 4.2 untuk nilai rata-ratanya yang menunjukkan bahwa sistem layak digunakan dan dikategorikan ke dalam sistem yang baik.

5.2. Saran

Saran dalam pengembangan sistem pakar ini agar menjadi lebih baik adalah sebagai berikut.

- Sistem pakar ini diharapkan mampu diterapkan dengan metode perhitungan yang berbeda lainnya untuk mendapatkan hasil diagnosis yang terbaik.

- Sistem pakar ini diharapkan diberikan penambahan fitur update basis pengetahuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih diucapkan untuk semua yang terlibat dalam penelitian ini, kepada para pakar yang sudah menyempatkan waktu dan tenaga untuk membantu penelitian ini tetap berjalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Pertanian Republik Indonesia, "Pencarian data dengan keluaran berdasarkan Komoditas." [Online]. Available: <https://aplikasi2.pertanian.go.id/bdsp/id/komoditas>. [Accessed: 15-Sep-2019].
- [2] Y. Mahmud and S. S. Purnomo, "Keragaman Agronomis Beberapa Varietas Unggul Baru Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Pada Model Pengelolaan Tanaman Terpadu," *Ilm. Solusi*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2014.
- [3] Databoks, "Inilah Proyeksi Produksi Beras Nasional." [Online]. Available: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2018/01/12/inilah-proyeksi-produksi-beras-nasional>. [Accessed: 15-Sep-2019].
- [4] T. Tumanggor, "Padi Terserang Cekek Leher, Petani Aekbolon Balige Terancam Gagal Panen," *Medan Bisnis Daily*, Toba Samosir, 11-Feb-2019.
- [5] Y. Nur, "Perancangan Sistem Pakar Penyuluh Diagnosa Hama Padi dengan Metode Forward Chaining," *J. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 30–36, 2015.
- [6] I. Akil, "Analisa Efektifitas Metode Forward Chaining Dan Backward Chaining Pada Sistem Pakar," *J. Pilar Nusa Mandiri*, vol. 13, no. 1, pp. 35–42, 2017.
- [7] E. H. Wijaya and N. Hidayat, "Diagnosis Penyakit Cabai Dengan Menggunakan Metode Forward Chaining – Dempster-Shafer," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 12, pp. 7202–7208, 2018.
- [8] A. I. Friska, T. Rismawan, S. Bahri, and J. S. Komputer, "Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Anak dengan Inference Forward Menerapkan Metode Dempster Shafer Berbasis Web," *Coding J. Komput. dan Apl. Untan*, vol. 06, no. 02, pp. 25–35, 2018.
- [9] J. L. A. Matheus, "Aplikasi Sistem Pakar Identifikasi Penyakit Tanaman Padi Dengan Metode Forward Chaining Berbasis Android," Universitas Lampung, 2017.
- [10] E. Agustina, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Hama Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor,"

- Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [11] B. F. Yanto, I. Werdiningsih, and E. Purwanti, "Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Anak Bawah Lima Tahun Menggunakan Metode Forward Chaining," *J. Inf. Syst. Eng. Bus. Intell.*, vol. 3, no. 1, p. 61, 2017.
- [12] M. Ihsan, F. Agus, and D. M. Khairina, "Penerapan Metode Dempster Shafer Untuk Sistem Deteksi Penyakit Tanaman Padi," *Pros. Semin. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 128–135, 2017.
- [13] E. R. Rusmin Saragih, Denny Jean Cross Sihombing, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kelapa Sawit Menggunakan Metode Dempster Shafer Berbasis Web," *J. Inf. Technol. Account.*, vol. 1, no. 1, p. 8, 2018.
- [14] Y. Nurcahyo, N. Hidayat, and R. S. Perdana, "Pemodelan Sistem Pakar untuk Identifikasi Hama Penyakit Tanaman Tebu dengan Metode Dempster-Shafer," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 3, pp. 1187–1193, 2018.
- [15] D. Hastari and F. Bimantoro, "Sistem Pakar untuk Mendiagnosis Gangguan Mental Anak Menggunakan Metode Dempster Shafer," *J-Cosine*, vol. 2, no. 2, pp. 71–79, 2018.
- [16] A. Rosana, "Sistem pakar diagnosa penyakit kulit pada manusia dengan metode dempster shafer," Universitas Mataram, 2019.
- [17] K. A. Adinata and K. Hastuti, "Monitoring Pengendalian Kualitas Rokok dengan Menggunakan Algoritma Linear Regression," *E-JURNAL JUSITI J. Sist. Inf. dan Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 2, pp. 52–60, 2018.