

PERBANDINGAN CERTAINTY FACTOR DAN DEMPSTER SHAFER DALAM SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN PADI KERJASAMA DENGAN PETANI (Comparison Of Certainty Factor And Shafer's Dempster In An Expert System for Diagnosis Diseases of Rice Plant In Cooperation With Farmers)

Nidhom Ichtira, I Gede Pasek Suta Wijaya, Arik Aranta
Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Mataram
Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA
Email: nidhom.ichtira@gmail.com, [gpsutawijaya, arikaranta]@unram.ac.id

Abstract

Rice is the staple food of the people in West Lombok. However, rice plants are susceptible to disease from pests, fungi and unfavorable environments. This study was constructed to compare the performance of the Dempster Shafer and Certainty Factor methods in an expert system for diagnosing rice plant diseases based on the knowledge of 3 experts. From the accuracy test performed, it was found that the accuracy value of the system using the Dempster Shafer method was 81.11% while using the Certainty Factor method an accuracy value was 69%, so it can be concluded that the expert system for diagnosing rice plant diseases using the Dempster Shafer method is more accurate than using Certainty Factor method. From the MOS test carried out, using the Dempster Shafer method and obtained an average result of 4.2 while using the Certainty Factor method obtained an average result of 4.63, so it can be concluded that the system with the Certainty Factor method is easier and more interesting to use even though the accuracy value is lower.
Keywords: Expert System, Dempster Shafer, Certainty Factor, Rice Plant Disease, Android.

1. PENDAHULUAN

Padi merupakan komoditas pangan utama di Indonesia. Tingkat produksi maupun konsumsi padi selalu menempati urutan pertama diantara komoditas tanaman pangan lainnya [1]. Peningkatan produksi pangan terus diupayakan salah satunya dengan kegiatan perlindungan tanaman pangan [2]. Salah satu penghambat hasil produksi tanaman padi adalah penyakit tanaman padi, yang apabila tidak teratasi dan terlambat untuk ditangani akan sangat berpengaruh terhadap kualitas pertumbuhan dan hasil panen yang tentu akan mempengaruhi pendapatan petani. Hal ini diketahui dari sekitar 20 hektar tanaman padi milik petani di satuan pemukiman (SP) delapan Desa Sumber Makmur mengalami gagal panen akibat terserang penyakit [3].

Sistem pakar bisa menjadi alternatif dalam menyelesaikan permasalahan ini dengan menerjemakan keahlian seorang pakar kedalam sebuah sistem. Sistem pakar bukan untuk mengganti kedudukan seorang pakar, tetapi hanya memasyarakatkan pengetahuan dan pengalaman seorang pakar [5]. Sistem pakar menerapkan beberapa metode seperti *Dempster Shafer* dan *Certainty Factor*.

Pada penelitian ini akan dibandingkan akurasi sistem dengan metode *Dempster Shafer* dan *Certainty Factor*. Metode *Certainty Factor* bertujuan untuk mengakomodasi ketidakpastian pemikiran seorang pakar dengan nilai kepastian [6]. Metode *Certainty Factor* juga

dipilih karena dalam sekali proses perhitungan hanya dapat mengolah 2 data saja sehingga keakuratan data dapat terjaga [8]. *Dempster Shafer* bertujuan untuk teori pembuktian matematika berdasarkan nilai *belief* dan *plausibility*. Metode *Dempster Shafer* juga dipilih karena metode tersebut dapat memberikan informasi tambahan berupa persentase tingkat keyakinan terhadap penyakit yang diderita oleh suatu objek [3]. Selain itu metode *Dempster Shafer* dan *Certainty Factor* dipilih berdasarkan dari penelitian tentang sistem diagnosis penyakit gigi dan mulut menggunakan metode *Dempster Shafer* dan *Certainty Factor* didapatkan hasil akurasi yang tinggi yakni 98,03% pada metode *Dempster Shafer* dan 98,41% pada metode *Certainty Factor* [6].

Dewasa ini teknologi berbasis perangkat *mobile* sedang berkembang pesat dan semakin marak dikenal dikalangan masyarakat luas [4]. Sistem pakar berbasis *mobile* dipilih karena memiliki keunggulan dapat digunakan secara *offline*, sehingga user dapat menggunakannya dimana dan kapan saja tanpa khawatir dengan keberadaan jaringan internet [3]. Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan tersebut, maka penulis bermaksud untuk membandingkan akurasi metode *Certainty Factor* dan *Dempster Shafer* dalam sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi. Sistem ini nantinya akan dibuat berbasis *mobile* dalam *platform* Android sehingga mudah untuk diakses secara *offline* di wilayah terpencil sekalipun yang tidak memiliki jaringan internet.

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian tentang penerapan metode *Dempster Shafer* untuk sistem deteksi penyakit tanaman padi dapat mendeteksi 8 penyakit dengan 48 gejala. Kelebihan dari penelitian ini yaitu dapat mendeteksi 8 penyakit dengan 48 gejala dengan akurasi 91%. Kekurangan dari penelitian ini yaitu belum diterapkan ke dalam sistem pakar berbasis *mobile* aplikasi yang dapat memudahkan user untuk menjalankan aplikasi secara *offline* [5].

Penelitian tentang aplikasi sistem pakar identifikasi penyakit tanaman padi dengan metode *Forward Chaining* berbasis android dapat mengidentifikasi 168 penyakit tanaman padi dengan 26 gejala. Hasil pengujian non fungsional aplikasi yang dilakukan dengan kuisioner menunjukkan bahwa aplikasi yang dibangun mendapatkan total nilai presentase rata-rata sebesar 84,75% dengan kategori sangat baik [4].

Penelitian tentang sistem pakar untuk mendiagnosa hama penyakit tanaman padi menggunakan metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* yang dapat mendiagnosis 4 hama dan 6 penyakit tanaman padi. Kekurangan dari sistem ini belum diterapkan dalam aplikasi berbasis *mobile* dan belum menggunakan bahasa/kalimat yang mudah dipahami. Dari hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan akurasi rata-rata sebesar 73,81% [2].

Penelitian terbaru tentang sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi menggunakan *Forward Chaining* dan *Dempster Shafer* berbasis android dapat mendiagnosis 13 penyakit dengan 43 gejala berdasarkan pengetahuan 3 orang pakar mendapatkan hasil akurasi 81,11% [3].

Penelitian tentang analisis perbandingan sistem pakar dengan metode *Certainty Factor* dan metode *Dempster Shafer* pada penyakit kelinci mendapatkan bahwa metode *Dempster Shafer* mendeteksi penyakit kelinci lebih baik dari metode *Certainty Factor*. Tingkat keakuratan sistem pakar dengan metode *Certainty Factor* adalah 80%, sedangkan hasil diagnosis sistem pakar dengan metode *Dempster Shafer* adalah 85% [18]. Penelitian tentang perbandingan *Certainty Factor* dan *Dempster Shafer* mendiagnosis penyakit THT (Telinga Hidung Tenggorokan) memberikan *output* berupa nama penyakit, proses perhitungan dan hasil perhitungan dengan kedua metode. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai akurasi yang diberikan dalam mendiagnosa penyakit THT dengan metode *Certainty Factor* sebesar 98,9% dan metode *Dempster Shafer* sebesar 99,2% [9].

2.2. Teori Penunjang

2.2.1. Sistem Pakar

Sistem pakar 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 yang diselesaikan oleh orang awam. Sistem pakar bukan untuk

mengganti kedudukan seorang pakar, tetapi hanya memasyarakatkan pengetahuan dan pengalaman seorang pakar [5].

2.2.2. Dempster Shafer

Dempster yang digunakan sebagai representasi ketidaktahuan untuk mendapatkan informasi yang tepat. Teori *Dempster Shafer* dituliskan sebagai berikut [*Belief, Plausibility*]. *Belief* menunjukkan ukuran kekuatan evidence dalam mendukung suatu hipotesis. *Plausibility* menunjukkan keadaan yang bisa dipercaya. Adapun, fungsi *belief* dan *plausibility* diformulasikan pada persamaan (1) dan (2).

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

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

Dimana:

$$Bel(X) = Belief(X)$$

$$Pls(X) = Plausability(X)$$

$$m(X) = \text{mass function dari } (X)$$

$$m(Y) = \text{mass function dari } (Y)$$

Plausibility juga bernilai 0 sampai 1, jika kita yakin akan X' maka dapat dikatakan $Belief(X') = 1$ sehingga dari rumus di atas nilai $Pls(X) = 0$.

2.2.3. Certainty Factor

Teori *Certainty Factor* (CF) diusulkan oleh Shortliffe dan Buchanan pada 1975 untuk mengakomodasi ketidakpastian pemikiran seorang pakar. Pembuatan sistem pakar ini menggunakan teknik wawancara ahli dengan menginterpretasi "*term*" dari pakar yang selanjutnya diubah menjadi nilai CF tertentu. Perhitungan *rule Certainty Factor* dapat dipresentasikan sebagai berikut:

$$IF E1 AND E2 \dots AND En THEN H (CF Rule) \quad (3)$$

Atau

$$IF E1 AND E2 \dots PR En THEN H (CF Rule) \quad (4)$$

Dimana:

$$E1 \dots E2 = \text{Fakta-fakta (evidence) yang ada}$$

$$H = \text{Hipotesis atau konklusi yang dihasilkan}$$

$$CF Rule = \text{Tingkat keyakinan terjadinya hipotesis H akibat adanya fakta-fakta } E1 \dots En$$

Perhitungan *Certainty Factor* gabungan dengan *evidence* kombinasi dua buah rule dengan *evidence* berbeda ($E1$ dan $E2$), tetapi hipotesis sama adalah sebagai berikut:

$$CF(CF1, CF2) = CF1 + CF2(1 - CF1) \quad (5)$$

$$CF(CF1, CF2) = \frac{(CF1 + CF2)}{1 - (\min[|CF1|, |CF2|])} \quad (6)$$

$$CF(CF1, CF2) = CF1 + CF2(1 + CF1) \quad (7)$$

Dimana:

$$CF1 = \text{Nilai CF dari evidence 1 (pertama)}$$

$$CF2 = \text{Nilai CF dari evidence 2 (kedua)}$$

$$CF(CF1, CF2) = \text{Hasil nilai CF gabungan dari evidence yang ada [19].}$$

3. METODE PENELITIAN

Proses penelitian sistem pakar ini terdiri dari studi literatur, pengumpulan data, perancangan sistem, implementasi, pengujian sistem, penarikan kesimpulan.

3.1. Studi Literatur

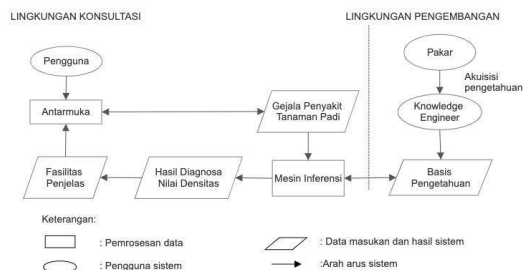
Pada penelitian ini studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan data berupa jurnal, skripsi, dan buku yang berhubungan dengan penelitian untuk dilihat kekurangan dan kelebihan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Seperti penelitian tentang sistem pakar diagnosis penyakit pada tanaman padi, penelitian sistem pakar yang menggunakan metode Dempster Shafer atau Certainty factor dan penelitian tentang analisis perbandingan kedua metode tersebut. Studi literatur kemudian dijadikan acuan untuk melakukan penelitian dan mengembangkan sistem yang akan dibangun.

3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dengan pakar terkait penyakit tanaman padi yang sering terjadi di Lombok Barat. Selanjutnya dilakukan pula wawancara terkait gejala setiap penyakit yang sering terjadi serta cara penanganannya. Pakar yang memberikan data penyakit, gejala, cara penanganannya serta nilai keyakinan tiap gejala adalah Irwan Hidayat., SP dari Unit Pelaksana Teknis Daerah Balai Pengkaji Teknologi Pertanian Provinsi NTB (UPTD BPT Pertanian Provinsi NTB). Pakar lain yang membantu dalam memberikan nilai gejala penyakit tanaman padi adalah Ir. Ing Mandra, Msi dari Unit Pelaksana Teknis Daerah Balai Pengkaji Teknologi Pertanian Provinsi NTB (UPTD BPT Pertanian Provinsi NTB) dan Jaswandi, SP dari Unit Pelaksana Teknis Daerah Kecamatan Labuapi (UPTD Pertanian Kecamatan Labuapi).

3.3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem meliputi perancangan arsitektur sistem, perancangan basis data sistem dan perancangan antarmuka sistem. Desain arsitektur sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi Berikut penjelasan desain arsitektur pada Gambar 1:

- Pengguna (petani) menggunakan sistem untuk melakukan pengecekan terhadap gejala penyakit tanaman padi yang muncul. Kemudian akan diberikan jenis penyakit yang menyerang tanaman padi beserta cara penanganannya.
- Interface* digunakan pengguna untuk berkomunikasi dengan pakar.

- Gejala penyakit tanaman padi digunakan sebagai masukan pada sistem kemudian diproses untuk mengetahui penyakit apa yang menyerang tanaman padi.
- Pakar memberikan informasi dan data mengenai penyakit tanaman padi. Informasi atau pengetahuan yang diberikan pakar meliputi data penyakit, gejala, cara penanganannya beserta bobot nilai tiap gejala pada suatu penyakit.
- Akuisisi pengetahuan pengalihan, transfer pengetahuan dari pakar ke dalam sistem komputer.
- Knowledge engineer* bertugas untuk menerjemahkan informasi dari pakar untuk dijadikan dasar dalam basis pengetahuan.
- Basis pengetahuan merupakan kumpulan pengetahuan berupa fakta dan aturan yang dimiliki pakar yang dimasukkan ke dalam sistem.
- Mesin inferensi berguna untuk mengelola data masukan yang ada pada sistem.
- Hasil diagnosis merupakan tahapan akhir pada sistem yang dihasilkan dari kesimpulan data masukan gejala.
- Fasilitas penjelas merupakan penjelasan dari sistem kepada pengguna yang berisi kesimpulan penyakit tanaman padi, tingkat keyakinan sistem beserta cara penanganannya.

3.4. Implementasi

Implementasi sistem dilakukan dengan pembangunan sistem sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan. Dalam implementasi dilakukan proses pengkodean sistem. Dalam sistem sendiri dilakukan proses perhitungan terhadap nilai kepercayaan pada gejala-gejala yang diberikan untuk mendapatkan hasil persentase tingkat keyakinan masing-masing metode.

3.5. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kelayakan sistem, apakah sudah sesuai dengan tujuan dibangunnya sistem. Pengujian sistem dilakukan dengan pengujian black box, pengujian MOS (Mean Opinion Score), pengujian perhitungan teoritis dan pengujian akurasi sistem.

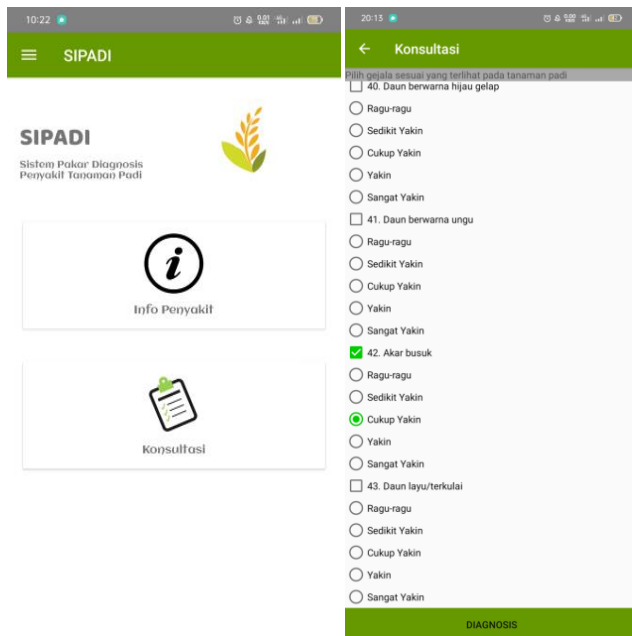
3.6. Penarikan Kesimpulan

Kesimpulan didapat setelah melakukan pengujian sistem apakah sistem yang dibuat sudah sesuai dengan tujuan penelitian dan metode manakah yang memiliki performa lebih baik serta dapat memberikan informasi yang dibutuhkan oleh pengguna.

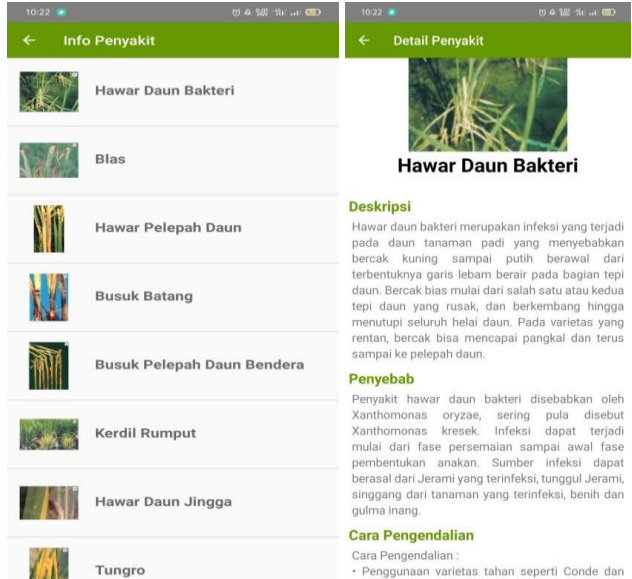
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Sistem Pakar

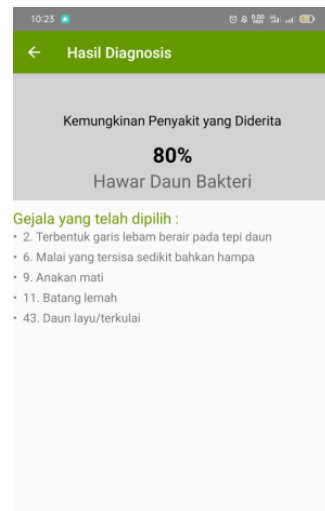
Implementasi sistem pakar ini membahas mengenai cara kerja sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi yang dibangun.



Gambar 2. Halaman Beranda



Gambar 4. Halaman info penyakit



Gambar 5. Halaman Hasil Diagnosis

4.2. Pengujian *Black Box*

Pengujian *Black Box* dilakukan untuk menguji fungsionalitas sistem pakar yang dibangun. Pengujian dilakukan dengan melihat hasil keluaran berdasarkan masukan yang diberikan pada fungsi yang ada pada sistem. Pengujian dilakukan pada 5 responden mahasiswa Teknik Informatika. Hasil dari pengujian *Black Box* pada tiap halaman dapat dilihat pada Tabel 1

TABEL I. HASIL PENGUJIAN *BLACK BOX*

Fungsi menu diagnosis	Valid
Fungsi menu info penyakit	Valid
Fungsi menu tentang aplikasi	Valid

Berdasarkan hasil pengujian *Black Box* pada Tabel I, dapat disimpulkan bahwa sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi dengan menggunakan metode *Certainty Factor* yang dibangun telah berjalan sebagaimana mestinya atau sesuai dengan yang diharapkan.

4.3. Pengujian Perhitungan Teoritis

Pengujian perhitungan teoritis dilakukan pada 1 contoh kasus yang bertujuan untuk mengetahui kesesuaian antara persentase perhitungan manual dengan persentase perhitungan yang dilakukan sistem. Pengujian perhitungan teoritis yang dilakukan pada 1 contoh kasus dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL II. PENGUJIAN PERHITUNGAN TEORITIS

Gejala	CF Pakar	CF User	Penyakit
Malai sedikit (G13)	0.26	0.6	Pelepah Daun Bendera (P05)
Tanaman kerdil (G15)	1	0.8	Kerdil Rumput (P06)
Tanaman kerdil (G15)	0.8	0.8	Tungro (P08)
Daun berwarna kuning sampai oranye dan kuning kecoklatan (G24)	1	0.8	
Tanaman kerdil (G15)	0.8	0.8	Kerdil Hampa (P09)
Daun berwarna kuning sampai	0.73	0.8	

oranye dan kuning kecoklatan (G24)			
Tanaman kerdil (G15)	1	0.8	Kahat Nitrogen (P10)
Tanaman kerdil (G15)	1	0.8	Kahat Fosfor (P11)
Tanaman kerdil (G15)	-0.06	0.8	Kahat Kalium (P12)
Daun layu/terkulai (G43)	0.4	0.8	
Daun berwarna kuning sampai oranye dan kuning kecoklatan (G24)	0.26	0.8	

- Untuk penyakit Pelelah Daun Bendera

Menghitung CF Gejala 1:

$$CF[H,E]1 = CF(user) \times CF(pakar)$$

$$CF[H,E]1 = 0.6 \times 0.26$$

$$CF[H,E]1 = 0.156$$

- Untuk penyakit Kerdil Rumput

Menghitung CF Gejala 1:

$$CF[H,E]1 = CF(user) \times CF(pakar)$$

$$CF[H,E]1 = 0.8 \times 1.0$$

$$CF[H,E]1 = 0.8$$

- Untuk penyakit Tungro

Menghitung CF Gejala1:

$$CF[H,E]1 = CF(user) \times CF(pakar)$$

$$CF[H,E]1 = 0.8 \times 0.8$$

$$CF[H,E]1 = 0.64$$

Menghitung CF Gejala2:

$$CF[H,E]2 = CF(user) \times CF(pakar)$$

$$CF[H,E]2 = 0.8 \times 1.0$$

$$CF[H,E]2 = 0.8$$

Menghitung CF gabungan CF[H, E]1 dan CF[H, E]2:

$$CF_{combine}CF1,2 = CF1 + CF2(1 - CF1)$$

$$= 0.64 + 0.8 (1 - 0.64)$$

$$= 0.928$$

- Untuk penyakit Kerdil Hampa

Menghitung CF Gejala1:

$$CF[H,E]1 = CF(user) \times CF(pakar)$$

$$CF[H,E]1 = 0.8 \times 0.8$$

$$CF[H,E]1 = 0.64$$

Menghitung CF Gejala2:

$$CF[H,E]2 = CF(user) \times CF(pakar)$$

$$CF[H,E]2 = 0.8 \times 0.73$$

$$CF[H,E]2 = 0.584$$

Menghitung CF gabungan CF[H, E]1 dan CF[H, E]2:

$$CF_{combine}CF1,2 = CF1 + CF2(1 - CF1)$$

$$= 0.64 + 0.584 (1 - 0.64)$$

$$= 0.85024$$

- Untuk penyakit Kahat Nitrogen

Menghitung CF Gejala 1:

$$CF[H,E]1 = CF(user) \times CF(pakar)$$

$$CF[H,E]1 = 0.8 \times 1.0$$

$$CF[H,E]1 = 0.8$$

- Untuk penyakit Kahat Fosfor

Menghitung CF Gejala 1:

$$CF[H,E]1 = CF(user) \times CF(pakar)$$

$$CF[H,E]1 = 0.8 \times 1.0$$

$$CF[H,E]1 = 0.8$$

- Untuk penyakit Kahat Kalium

Menghitung CF Gejala1:

$$CF[H,E]1 = CF(user) \times CF(pakar)$$

$$CF[H,E]1 = 0.8 \times (-0.06)$$

$$CF[H,E]1 = -0.048$$

Menghitung CF Gejala2:

$$CF[H,E]2 = CF(user) \times CF(pakar)$$

$$CF[H,E]2 = 0.8 \times 0.4$$

$$CF[H,E]2 = 0.32$$

Menghitung CF Gejala3:

$$CF[H,E]3 = CF(user) \times CF(pakar)$$

$$CF[H,E]3 = 0.8 \times 0.26$$

$$CF[H,E]3 = 0.208$$

Menghitung CF gabungan CF[H, E]1 dan CF[H, E]2:

$$CF_{combine}CF1,2 = \frac{(CF1+CF2)}{1-(\min[|CF1|,|CF2|])}$$

$$= \frac{(-0.048+0.32)}{1-(\min[|-0.048|,|0.32|])}$$

$$= \frac{0.272}{(1-(-0.048))}$$

$$= 0.259 (CF1b_1)$$

Menghitung CF gabungan CF[H, E]1_{b1} dan CF[H, E]2:

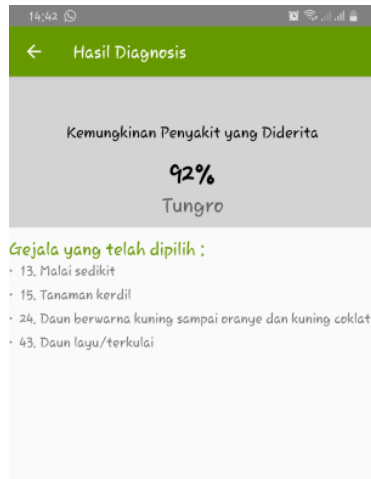
$$CF_{combine}CF1_{b1},2 = CF1 + CF2(1 - CF1)$$

$$= 0.259 + 0.208 (1 - 0.259)$$

$$= 0.413$$

Berdasarkan hasil perhitungan teoretis di atas nilai CF yang paling tinggi yaitu 0.928 (92.8%), sehingga kemungkinan tertinggi penyakit yang diderita tanaman padi adalah penyakit Tungro. Sedangkan penyakit Kerdil Hampa, Kerdil Rumput, Kahat Nitrogen, Kahat Fosfor, Pelelah Daun Bendera dan Kahat Kalium merupakan kemungkinan penyakit lain yang diderita (penyakit sekunder). Hasil perhitungan ini kemudian akan dibandingkan dengan hasil perhitungan pada sistem pakar yang telah dibuat.

Hasil konsultasi pada sistem dengan memasukkan 4 gejala seperti contoh kasus dapat dilihat pada Gambar 6. sistem memberikan hasil diagnosis kemungkinan penyakit yang menyerang tanaman padi adalah penyakit Tungro dengan persentase sebesar 92.8%, sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan pada sistem sudah sesuai dengan hasil perhitungan teoretis.



Gambar 6. Hasil diagnosis sistem

4.4. Pengujian Akurasi Sistem

Pengujian akurasi sistem dilakukan pada 3 pakar, yaitu 3 pakar penyakit pertanian. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara hasil diagnosis pakar dengan hasil diagnosis sistem yang telah dibuat. Saat dilakukan pengujian dengan memasukkan gejala pada masing-masing contoh kasus ke dalam sistem, hasil diagnosis akan dibandingkan dengan hasil diagnosis pakar. Perbandingan hasil pengujian pakar menggunakan nilai CF masing-masing pakar dapat dilihat pada Tabel III, Tabel IV, dan Tabel V.

TABEL III. PENGUJIAN AKURASI DENGAN NILAI CF PAKAR 1

Hasil Diagnosi Pakar	Hasil Diagnosis Sistem	Ket.
Blas	Blas (100%)	Valid
Hawar Daun Bakteri, Busuk Batang	Hawar Daun Bakteri, Busuk Batang (100%)	Valid
Busuk Batang	Busuk Batang (100%)	Valid
Kahat Belerang	Kahat Nitrogen, Kahat Belerang (100%)	Valid
Kahat Nitrogen	Kahat Nitrogen, Kahat Belerang (100%)	Valid
Kahat Kalium	Kahat Kalium (100%)	Valid
Kahat Nitrogen	Kahat Nitrogen, Tungro, Kahat Fosfor, Kahat Belerang, Kerdil Rumput (100%)	Valid
Tungro	Kahat Fosfor (80%)	Tidak Valid
Busuk Batang	Busuk Batang (92%)	Valid
Blas	Busuk Batang (100%)	Tidak Valid
Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri (100%)	Valid
Kerdil Rumput	Kerdil Rumput (100%)	Valid
Blas	Blas (61%)	Valid
Kahat Kalium	Kahat Nitrogen, Kahat Kalium, Kahat Belerang (100%)	Valid
Kerdil Hampa	Kerdil Hampa (99%)	Valid
Hawar Daun Jingga	Hawar Daun Jingga (40%)	Valid
Kerdil Hampa	Kerdil Hampa (100%)	Valid
Tungro	Kerdil Rumput, Tungro, Kahat Nitrogen, Kahat Fosfor, Kahat Belerang (100%)	Valid
Kerdil Rumput	Kerdil Rumput (100%)	Valid
Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri (80%)	Valid

Busuk Batang	Busuk Batang (100%)	Valid
Hawar Pelepah Daun	Hawar Pelepah Daun (80%)	Valid
Kahat Belerang	Kahat Nitrogen, Kahat Belerang (100%)	Valid
Hawar Daun Bakteri	Tungro (92%)	Tidak Valid
Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri, Kerdil Rumput (80%)	Valid
Hawar Pelepah Daun	Kerdil Rumput (80%)	Tidak Valid
Kahat Fosfor	Tungro (60%)	Tidak Valid
Pelepah Daun Bendera	Kahat Nitrogen (100%)	Tidak Valid
Kahat Nitrogen	Kahat Nitrogen, Kahat Belerang (100%)	Valid
Pelepah Daun Bendera	Hawar Pelepah Daun (100%)	Tidak Valid

Berdasarkan 30 kasus yang diujikan dengan nilai CF pakar 1, terdapat 23 kasus yang sesuai sehingga diperoleh nilai keakuratan pakar 1 sebesar $23/30 \times 100\% = 76.66\%$.

TABEL IV. PENGUJIAN AKURASI DENGAN NILAI CF PAKAR 2

Hasil Diagnosi Pakar	Hasil Diagnosis Sistem	Ket.
Blas	Pelepah Daun Bendera (32%)	Valid
Blas, Busuk Batang	Hawar Daun Bakteri (100%)	Tidak Valid
Busuk Batang	Busuk Batang (6%)	Valid
Kahat Belerang	Kahat Nitrogen (100%)	Tidak Valid
Kahat Nitrogen	Kahat Nitrogen (100%)	Valid
Kahat Kalium	Kahat Nitrogen (60%)	Tidak Valid
Tungro	Kerdil Rumput, Tungro, Kerdil Hampa, Kahat Nitrogen (100%)	Valid
Tungro	Tungro (87%)	Valid
Busuk Batang	Pelepah Daun Bendera (32%)	Tidak Valid
Blas	Blas (69%)	Valid
Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri (100%)	Valid
Kerdil Rumput	Kerdil Rumput (99%)	Valid
Blas	Blas (32%)	Valid
Kahat Kalium	Kahat Nitrogen (100%)	Tidak Valid
Kerdil Hampa	Kerdil Hampa (99%)	Valid
Tungro	Hawar Daun Jingga (100%)	Tidak Valid
Kerdil Hampa	Kerdil Hampa (100%)	Valid
Tungro	Kerdil Rumput, Tungro, Kerdil Hampa, Kahat Nitrogen (100%)	Valid
Kerdil Rumput	Kerdil Rumput (98%)	Valid
Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri, Hawar Daun Jingga (80%)	Valid
Busuk Batang	Busuk Batang (12%)	Valid
Hawar Pelepah Daun, Pelepah Daun Bendera	Hawar Pelepah Daun, Pelepah Daun Bendera (80%)	Valid
Kahat Belerang	Blas (40%)	Tidak Valid
Hawar Daun Bakteri	Tungro (81%)	Tidak Valid
Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri (80%)	Valid
Hawar Daun Jingga	Hawar Daun Jingga (60%)	Valid
Tungro	Tungro (6%)	Valid
Kahat Nitrogen	Kahat Nitrogen (100%)	Valid
Kahat Nitrogen	Kahat Nitrogen (100%)	Valid
Pelepah Daun Bendera	Hawar Pelepah Daun (100%)	Tidak Valid

Berdasarkan 30 kasus yang diujikan dengan nilai CF pakar 2, terdapat 21 kasus yang sesuai sehingga diperoleh nilai keakuratan pakar 2 sebesar $21/30 \times 100\% = 70\%$.

TABEL V. PENGUJIAN AKURASI DENGAN NILAI CF PAKAR 3

Hasil Diagnosi Pakar	Hasil Diagnosis Sistem	Ket.
Blas	Blas (96%)	Valid
Hawar Pelepah Daun	Hawar Daun Bakteri, (100%)	Tidak Valid
Busuk Batang	Busuk Batang (100%)	Valid
Kahat Belerang	Kahat Belerang (100%)	Valid
Kahat Nitrogen	Kahat Belerang (100%)	Tidak Valid
Kahat Kalium	Kahat Kalium (85%)	Valid
Kahat Nitrogen	Kerdil Rumput, Kerdil Hampa, Kahat Nitrogen, Kahat Fosfor, Kahat Kalium, Kahat Belerang (100%)	Valid
Tungro, Kahat Fosfor	Tungro (84%)	Valid
Busuk Batang	Busuk Batang (97%)	Valid
Blas	Busuk Batang (100%)	Tidak Valid
Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri (100%)	Valid
Kerdil Rumput	Kerdil Rumput (99%)	Valid
Blas	Blas (100%)	Valid
Kahat Kalium	Kahat Kalium (100%)	Valid
Kerdil Hampa	Kerdil Hampa (99%)	Valid
Kahat Fosfor, Kerdil Rumput	Hawar Daun Hingga (100%)	Tidak Valid
Kerdil Hampa	Kerdil Hampa (100%)	Valid
Tungro	Kerdil Rumput, Kerdil Hampa, Kahat Nitrogen, Kahat Fosfor, Kahat Kalium, Kahat Belerang (100%)	Tidak Valid
Kerdil Rumput	Kerdil Rumput (41%)	Valid
Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri, Hawar Daun Hingga (80%)	Valid
Busuk Batang	Busuk Batang (100%)	Valid
Hawar Pelepah Daun	Blas (100%)	Tidak Valid
Tungro	Kahat Belerang (100%)	Tidak Valid
Hawar Daun Bakteri	Tungro (89%)	Tidak Valid
Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri (80%)	Valid
Hawar Daun Hingga	Hawar Daun Hingga (80%)	Valid
Kahat Fosfor	Kahat Fosfor (100%)	Valid
Kahat Nitrogen	Kerdil Hampa (80%)	Tidak Valid
Kahat Nitrogen	Kahat Belerang (80%)	Tidak Valid
Pelepah Daun Bendera	Hawar Pelepah Daun (100%)	Tidak Valid

Berdasarkan 30 kasus yang diujikan dengan nilai CF pakar 2, terdapat 19 kasus yang sesuai sehingga diperoleh nilai keakuratan pakar 1 sebesar $19/30 \times 100\% = 63.33\%$.

Persentase rata-rata dengan menggunakan nilai CF masing-masing pakar adalah $\frac{76.66+70+63.33}{3} \times 100\% = 69\%$.

Sistem pakar diagnosis tanaman padi sebelumnya telah dibangun menggunakan *Forward Chaining* dan metode *Dempster Shafer* serta telah dilakukan pengujian akurasi dengan menggunakan 30 contoh kasus yang sama yang telah diujikan kepada 3 orang pakar yang sama. Setelah dilakukan pengujian akurasi diperoleh nilai rata-rata akurasi sistem pada masing-masing pakar sebesar

81.11%. Kemudian dilakukan perbandingan hasil pada pengujian akurasi sistem dengan menggunakan 30 contoh kasus yang sama antara metode *Dempster Shafer* dan *Certainty Factor* didapatkan bahwa nilai akurasi sistem dengan metode *Dempster Shafer* sebesar 81.11% sedangkan dengan menggunakan metode *Certainty Factor* didapatkan nilai akurasi sebesar 69%.

4.5. Pengujian MOS (*Mean Opinion Score*)

Pengujian MOS dilakukan untuk mengetahui efektivitas kinerja dari sistem pakar diagnosis tanaman padi yang dibangun. Pengujian efektivitas dilakukan berdasarkan tampilan sistem, kemudahan pengguna dalam menggunakan sistem, serta menu dan informasi yang diberikan. Pengujian MOS dilakukan pada 30 responden yang terdiri dari 20 mahasiswa dan 10 petani. Responden mahasiswa terdiri dari 10 mahasiswa alumni Program Studi Teknik Informatika yang memahami mengenai sistem dan 10 mahasiswa fakultas pertanian sebagai pengguna Android.

TABEL VI. HASIL PENGUJIAN MOS OLEH MAHASISWA TEKNIK INFORMATIKA

Pertanyaan	SS	S	TT	TS	STS	Total	Mean pi
P1	7	3	-	-	-	10	4.7
P2	5	5	-	-	-	10	4.5
P3	7	7	-	-	-	10	4.7
P4	5	5	-	-	-	10	4.5
P5	8	1	1	-	-	10	4.7
Sub Total	32	17	1	-	-	50	23.1
<i>Mean Opinion Score</i>							4.62

Keterangan:

- P1 : Tampilan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi ini menarik dan mudah digunakan (*user friendly*)
- P2 : Penggunaan warna tampilan dan jenis huruf pada sistem pakar ini sudah sesuai
- P3 : Menu yang ditampilkan pada sistem sudah cukup dan sesuai (tidak diperlukan menu pengurangan atau penambahan lagi)
- P4 : Informasi yang ditampilkan sesuai dengan tujuan pembangunan sistem
- P5 : Sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi ini layak digunakan

Berdasarkan hasil pengujian MOS oleh mahasiswa Teknik Informatika didapatkan hasil pengujian sebesar 4.62. sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem pakar diagnosis tanaman padi menggunakan metode *Certainty Factor* ini sudah dibuat dengan baik.

TABEL VII. HASIL PENGUJIAN MOS OLEH MAHASISWA PERTANIAN

Pertanyaan	SS	S	TT	TS	STS	Total	Mean pi
P1	6	4	-	-	-	10	4.6
P2	8	2	-	-	-	10	4.8
P3	5	5	-	-	-	10	4.5
P4	3	7	-	-	-	10	4.3
P5	10	-	-	-	-	10	5.0
Sub Total	32	17	1	-	-	50	23.2
<i>Mean Opinion Score</i>							4.64

Keterangan:

- P1 : Tampilan sistem pakar diagnosis penyakit

tanaman padi ini menarik dan mudah digunakan (*user friendly*)

- P2 : Penggunaan warna tampilan dan jenis huruf pada sistem pakar ini sudah sesuai
 P3 : Menu yang ditampilkan pada sistem sudah cukup dan sesuai (tidak diperlukan menu pengurangan atau penambahan lagi)
 P4 : Informasi yang ditampilkan sesuai dengan tujuan pembangunan sistem
 P5 : Sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi ini layak digunakan

Berdasarkan hasil pengujian MOS oleh mahasiswa pertanian didapatkan hasil pengujian sebesar 4.64. sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem pakar diagnosis tanaman padi menggunakan metode *Certainty Factor* ini sudah dibuat dengan baik.

TABEL VIII. HASIL PENGUJIAN MOS OLEH PETANI PADI

Pertanyaan	SS	S	TT	TS	STS	Total	Mean pi
P1	8	2	-	-	-	10	4.8
P2	5	5	-	-	-	10	4.5
P3	9	1	-	-	-	10	4.9
P4	-	10	-	-	-	10	4.0
P5	10	-	-	-	-	10	5.0
Sub Total	32	17	-	-	-	50	23.2
<i>Mean Opinion Score</i>							4.64

Keterangan:

- P1 : Tampilan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi ini menarik dan mudah digunakan (*user friendly*)
 P2 : Penggunaan warna tampilan dan jenis huruf pada sistem pakar ini sudah sesuai
 P3 : Menu yang ditampilkan pada sistem sudah cukup dan sesuai (tidak diperlukan menu pengurangan atau penambahan lagi)
 P4 : Informasi yang ditampilkan sesuai dengan tujuan pembangunan sistem
 P5 : Sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi ini layak digunakan

Berdasarkan hasil pengujian MOS oleh petani padi didapatkan hasil pengujian sebesar 4.64. sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem pakar diagnosis tanaman padi menggunakan metode *Certainty Factor* ini sudah dibuat dengan baik.

Setelah dilakukan perhitungan MOS terhadap 30 responden yakni 10 mahasiswa Teknik informatika, 10 mahasiswa pertanian dan 10 petani didapatkan hasil rata-rata 4.63. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem pakar yang telah dibuat dapat dikategorikan sistem *good* (baik).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis sistem yang dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem pakar diagnosis tanaman padi menggunakan metode *Certainty Factor* sudah mampu mendiagnosis penyakit berdasarkan gejala yang diberikan.
2. Berdasarkan hasil pengujian *black box* dan perhitungan teoretis, didapatkan kesimpulan bahwa

sistem sudah berjalan semestinya sesuai dengan yang diharapkan.

3. Berdasarkan hasil pengujian akurasi sistem menggunakan nilai CF masing-masing pakar, didapatkan kesimpulan rata-rata akurasi sistem yaitu sebesar 69% dari 30 contoh kasus yang diujikan kepada 3 orang pakar.
4. Berdasarkan hasil pengujian MOS terhadap 30 responden didapatkan hasil rata-rata 4.63. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem pakar yang telah dibuat dapat dikategorikan sistem *good* (baik).
5. Berdasarkan perbandingan yang dilakukan pada pengujian akurasi sistem dengan menggunakan 30 contoh kasus yang sama antara metode *Dempster Shafer* dan *Certainty Factor* didapatkan bahwa nilai akurasi sistem dengan metode *Dempster Shafer* sebesar 81.11% sedangkan dengan menggunakan metode *Certainty Factor* didapatkan nilai akurasi sebesar 69%, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi dengan metode *Dempster Shafer* lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan metode *Certainty Factor*.
6. Berdasarkan perbandingan hasil pada pengujian MOS antara sistem yang telah dibangun dengan metode *Dempster Shafer* dan *Certainty Factor* didapatkan hasil rata-rata dengan metode *Dempster Shafer* sebesar 4.2 sedangkan dengan menggunakan metode *Certainty Factor* didapatkan hasil rata-rata sebesar 4.63, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem dengan metode *Certainty Factor* lebih mudah dan menarik untuk digunakan walaupun nilai akurasinya lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Mahmud and S. S. Purnomo, "Keragaman Agronomis Beberapa Varietas Unggul Baru Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada Model Pengelolaan Tanaman Terpadu," *J. Ilm. Solusi*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2014.
- [2] E. Agustina, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Hama Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor," *Fak. Teknol. Elektro Inst. Teknol. Sepuluh Nop. Surabaya*, 2017.
- [3] D. Ayu Putri and A. Aranta, "SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN PADI MENGGUNAKAN FORWARD CHAINING DAN DEMPSTER SHAFER," *JTIKA*, vol. 2, no. 1, pp. 248–257, 2020.
- [4] J. L. A. Matheus, "Aplikasi Sistem Pakar Identifikasi Penyakit Tanaman Padi Dengan Metode Forward Chaining Berbasis Android," *Fak. Mat. dan Ilmu Pengetah. Alam Univ. Lampung*, p. 81, 2017.
- [5] 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.
- [6] T. A. Lorosae, A. Setyanto, and E. Pramono, “Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Gigi dan Mulut Menggunakan Metode Dempster-Shafer dan Certainty Factor,” *Konf. Nas. Sist. Inf.*, pp. 478–483, 2018.
- [7] C. Hayat, Amyou, and Marcel, “Sistem Pakar Diagnosa Dini Penyakit Hepatitis dengan Metode Certainty Factor dan Dempster Shafer,” *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2020.
- [8] H. T. Sihotang, “Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Kolesterol pada Remaja Dengan Metode Certainty Factor (CF) Berbasis Web,” *J. Mantik Penusa*, vol. 15, no. 1, pp. 16–23, 2014.
- [9] M. M. Sigalingging, D. Andeswari, and Y. Setiawan, “Perbandingan Certainty Factor dan Dempster Shafer Mendiagnosis Penyakit THT(Telinga Hidung Tenggorokan),” *Rekursif*, vol. 7, no. 2, pp. 125–133, 2019.
- [10] S. Mujilahwati and M. R. Zamroni, “Implementasi Metode Certainty Factor (CF) pada Aplikasi Android untuk Menentukan Kualitas Kelas Daging Segar,” *CITEE*, 2019.
- [11] S. P. R. Said, I. G. P. S. Wijaya, and F. Bimantoro, “Implementasi Metode Dempster Shafer Pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ayam,” *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2020.
- [12] K. Aeni, “Penerapan Metode Forward Chaining Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Hama Dan Penyakit Padi,” *Intensif*, vol. 2, no. 1, p. 79, 2018.
- [13] Minarni and I. Warman, “Sistem Pakar Identifikasi Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Case-Based Reasoning,” *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, no. 5 Agustus 2017 ISSN: 1907 – 5022, pp. 28–32, 2017.
- [14] P. S. Ramadhan and U. F. S. Pane, “Analisis Perbandingan Metode (Certainty Factor , Dempster Shafer dan Teorema Bayes) untuk Mendiagnosa Penyakit Inflamasi Dermatitis Imun pada Anak,” *Sains dan Komput.*, vol. 17, no. 2, pp. 151–157, 2018.
- [15] I. L. K. Panjaitan, E. Panggabean, and Sulindawaty, “Analisa Perbandingan Metode Dempster Shafer Dengan Metode Certainty Factor Untuk Mendiagnosa Penyakit Stroke,” *J. Inform. Pelita Nusant.*, vol. 3, no. 1, pp. 69–74, 2018.
- [16] A. P. Putra and C. Rahmad, “Analisa Perbandingan Metode Certainty Factor dan Dempster Shafer pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Diabetes Melitus,” *J. Inform. Polinema*, vol. 3, no. 1, pp. 7–12, 2015.
- [17] R. R. Fanny, N. A. Hasibuan, and E. Bululolo, “Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Asidosis Tubulus Renalis Menggunakan Metode Certainty Factor dengan Penelusuran Forward Chaining,” *Media Inform. Budidarma*, vol. 1, no. 1, pp. 13–16, 2017.
- [18] R. Hamidi, H. Anra, and H. S. Pratiwi, “Analisis Perbandingan Sistem Pakar Dengan Metode Certainty Factor dan Metode Dempster-Shafer Pada Penyakit Kelinci,” *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 142–147, 2017.
- [19] Y. Permana, I. G. P. S. Wijaya, and F. Bimantoro, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Mata Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Android,” *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2018.
- [20] D. Hastari and F. Bimantoro, “Sistem Pakar untuk Mendiagnosis Gangguan Mental Anak Menggunakan Metode Dempster Shafer,” *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 71–79, 2018.
- [21] M. Chatri, *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*, Edisi Pert. Jakarta: Kencana, 2016.
- [22] Suyamto, *Masalah Lapangan Hama Penyakit Hara pada Padi*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, 2005.
- [23] H. Listiyono, “Merancang dan Membuat Sistem Pakar,” *J. Teknol. Inf. Din.*, vol. XIII, no. 2, pp. 115–124, 2008.
- [24] N. Y. Istiqomah and A. Fadlil, “Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Saluran Pencernaan Menggunakan Metode Dempster Shafer,” *J. Sarj. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 32–41, 2013.
- [25] R. Efendi, M. Fitri, and D. Andreswari, “Rancang Bangun Aplikasi Kamus Bahasa Indonesia-Minang, Minang-Indonesia Berbasis Android,” *J. Ilm. Bid. Sains*, vol. 1, no. 14, pp. 27–35, 2014.