

Design and Developemen of an Expert System Using the Forward Chaing Method for Diagnosing Chili Plant Diseases [Perancangan Sistem Pakar Menggunakan Metode *Forward Chaining* Untuk Diagnosis Penyakit Cabai]

Septian Reynaldi Prasyattama¹⁾, Yulian Findawati²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi : Yulianfindawati@umsida.ac.id

Abstract- *This study addresses the vulnerability of chili plants to various diseases and the limited access of farmers to agricultural experts, as well as the lack of knowledge regarding these diseases. An expert system based on the foeward chaining method was designed and implemented to diagnose chili plant diasease. Data collection was conducted through expert interviews and literature studies, while system development followed the prototype model, including analysis, design, implementation, and testing stages. The knowledge base was structured IF-THEN rules that connect symtoms, diseases, and solutions. The system was developed as a web-based application integrated with a database and an inference engine. Testing result indicate that all system fungtions performed well based on black-box testing, and the user satisfaction level reached 85,42%. Furthermore, the Confusion Matrix evaluation resulted in an accuracy rate of 93.33%, demonstrating the system's ability to provide diagnoses that closely match expert assessments. The system is capable of providing accurate initial diagnoses and assisting farmers in making appropriate treatment decisions. This expert system has the potential to improve the effectiveness of disease control and agricultural productivity, in addition, the system is easily accessible via computers an mobile devices, supporting flexible use in the field. Future development may include the integration of other methods to enhance accuracy an expand the knowledge base, making the system more comprehensive and adaptive to dynamic agricultural conditions and evolving user needs.*

Keywords: *Expert system, forward chaining, disease diagnosis, chili plant, web-based*

Abstrak Kerentanan tanaman cabai dari berbagai penyakit serta keterbatasan akses petani terhadap pakar pertanian serta pengetahuan tentang penyakit tersebut juga sangat terbatas. Akses teknologi yang sudah ada sebelumnya menggunakan metode *forward chaining* dirancang dan diimplementasikan untuk mendiagnosis penyakit tanaman cabai. Wawancara dengan ahli dan studi literatur serta pengembangan sistem menggunakan model *prototype* melalui tahap analisis, desain, implementasi dan pengujian akan diterapkan dalam penelitian ini. Basis pengetahuan disusun dalam bentuk aturan IF-THEN yang menghubungkan gejala, penyakit, dan solusi. Sistem dibangun menggunakan teknologi web dengan integrasi basis data dan mesin inferensi. Hasil pengujian menunjukan seluruh fungsi berjalan baik berdasarkan black box testing dengan serta tingkat kepuasan pengguna mencapai 85,42%. Selain itu, pengujian menggunakan Confusion Matrix menghasilkan tingkat akurasi sebesar 93,33%. Sistem mampu memberikan diagnosis awal yang akurat dan membantu petani dalam pengambilan keputusan penanganan. Sistem pakar ini berpotensi meningkatkan efektivitas pengendalian penyakit dan produktivitas pertanian, selain itu sistem ini mudah diakses melalui perangkat komputer maupun ponsel, sehingga mendukung penggunaan fleksibel di lapangan. Pengembangan selanjutnya dapat menambahkan metode lain untuk meningkatkan akurasi dan memperluas basis pengetahuan agar lebih komprehensif serta adaptif terhadap kondisi lingkungan pertanian yang dinamis dan kebutuhan pengguna secara berkelanjutan di masa depan.

Kata Kunci: Sistem Pakar, forward chaining, diagnosis penyakit, tanaman cabai, berbasis web

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi yang pesat telah memberikan dampak signifikan di berbagai bidang, termasuk pertanian. Pemanfaatan komputer dan kecerdasan buatan memungkinkan pengembangan sistem yang membantu pengambilan keputusan secara cepat dan akurat [1]. Salah satu penerapannya adalah sistem pakar, yaitu sistem komputer yang meniru cara berpikir seorang ahli untuk menyelesaikan masalah tertentu [2]. Buchanan dan Smith menyatakan bahwa “In the knowledge lies the power” yang berarti kekuatan sistem pakar terletak pada pengetahuan, artinya kemampuan sistem dalam menyelesaikan masalah secara cerdas sangat bergantung pada penguasaan dan pemanfaatan pengetahuan yang relevan dalam suatu bidang tertentu [3]. *Capsicum annuum* (cabai) merupakan komoditas hortikultura bernilai tinggi di Indonesia karena banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan memiliki permintaan pasar yang besar [4]. Budidayanya rentan terhadap berbagai penyakit seperti layu, antraknosa, bercak daun, dan busuk buah yang dapat menurunkan kualitas serta hasil panen. Kondisi ini semakin diperparah oleh keterbatasan pengetahuan petani dalam mengenali gejala penyakit dan menentukan penanganan yang tepat [5]. Beberapa daerah masih kesulitan mengakses ahli pertanian, sehingga petani sering bergantung pada penyuluh atau

pengalaman pribadi yang belum tentu akurat dalam mendiagnosis penyakit tanaman[6]. Hal ini menyebabkan keterlambatan penanganan dan berpotensi menimbulkan kerugian ekonomi. Teknologi ini dapat membantu diagnosis penyakit tanaman cabai secara mandiri dan efisien [7].

Beberapa penelitian mengenai sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai telah banyak dilakukan. Fitriani dan Febrianto mengembangkan sistem pakar menggunakan metode *Forward Chaining* untuk mendiagnosis penyakit dan hama tanaman cabai berdasarkan gejala yang dipilih pengguna. Sistem tersebut mampu memberikan informasi mengenai jenis penyakit beserta solusi penanganannya, namun penelitian ini masih berfokus pada implementasi sistem dan belum melakukan evaluasi akurasi menggunakan *Confusion Matrix*[8]. Penelitian selanjutnya mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai berbasis web menggunakan metode *Forward Chaining* dan *Backward Chaining*. Sistem tersebut membantu petani mengidentifikasi penyakit berdasarkan gejala yang dialami dan memberikan solusi penanganan. Meskipun sistem dinyatakan layak digunakan, penelitian ini belum mengevaluasi tingkat akurasi diagnosis menggunakan metode seperti *Confusion Matrix*[9].

Penelitian lain menunjukkan bahwa metode *Forward Chaining* efektif diterapkan pada sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai berbasis web dengan memanfaatkan aturan IF–THEN untuk menentukan jenis penyakit berdasarkan gejala yang dipilih pengguna. Namun, penelitian tersebut masih berfokus pada implementasi sistem dan belum melakukan evaluasi akurasi maupun kepuasan pengguna secara komprehensif[10]. Berdasarkan penelitian terdahulu, metode *Forward Chaining* telah terbukti dapat diterapkan dalam sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai berbasis web. Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya masih berfokus pada implementasi sistem sebagai media diagnosis dan belum disertai evaluasi performa sistem secara komprehensif, seperti pengujian akurasi menggunakan *Confusion Matrix* maupun evaluasi kepuasan pengguna [8][9][10]. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai berbasis web menggunakan metode *Forward Chaining* dengan memanfaatkan Visual Studio Code sebagai text editor dan MySQL sebagai basis data. Proses inferensi dilakukan menggunakan aturan logis IF–THEN untuk menghasilkan diagnosis berdasarkan kecocokan antara gejala yang dipilih pengguna dengan basis pengetahuan [9][11]. Selain itu, sistem dirancang dengan antarmuka yang sederhana dan mudah dipahami serta dievaluasi menggunakan *Black Box Testing*, *Confusion Matrix*, dan pengujian kepuasan pengguna guna menghasilkan sistem yang fungsional, akurat, dan mudah digunakan. Proses penalaran berlangsung bertahap hingga mencapai kesimpulan atau tidak ada fakta baru yang dapat dihasilkan. *Forward chaining* merupakan penalaran yang bergerak sistematis dari fakta-fakta dasar menuju solusi, dengan mencocokkan setiap fakta terhadap tujuan atau permasalahan yang dihadapi [10]. Proyek ini merupakan sistem pakar berbasis web yang membantu petani cabai mengidentifikasi penyakit tanaman secara tepat tanpa perlu kehadiran langsung pakar [11]. Sistem bekerja dengan meniru pola pikir pakar berdasarkan gejala yang terlihat serta memberikan solusi penanganan yang sesuai. Antarmuka yang sederhana dan akses melalui komputer maupun ponsel, sistem ini mudah digunakan kapan saja serta diharapkan dapat meningkatkan efektivitas penanganan penyakit dan hasil produksi pertanian [12].

II. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai berbasis web menggunakan metode *forward chaining*. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, pengembangan sistem, penerapan metode inferensi, dan pengujian sistem. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan studi literatur. Observasi dilakukan dengan mengamati kondisi tanaman cabai dan penyakit yang sering menyerang. Wawancara dilakukan dengan pakar pertanian untuk memperoleh informasi mengenai gejala, jenis penyakit, dan solusi penanganannya. Studi literatur dilakukan dengan mempelajari jurnal, buku, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem pakar dan penyakit tanaman cabai.[15]

Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah *Prototype*. Metode ini dipilih karena memudahkan proses pengembangan dan evaluasi sistem sesuai kebutuhan pengguna. Tahapan metode *Prototype* meliputi analisis kebutuhan, pembuatan *prototype*, evaluasi sistem, pengkodean, pengujian, dan implementasi.[16]. Metode inferensi yang digunakan adalah *forward chaining*, yaitu metode penalaran yang dimulai dari gejala yang dipilih pengguna kemudian dicocokkan dengan aturan pada basis pengetahuan hingga menghasilkan diagnosis penyakit tanaman cabai. [15]

Pengujian sistem dilakukan menggunakan *Black Box Testing* dan *Confusion Matrix*. *Black Box Testing* digunakan untuk menguji fungsi sistem, sedangkan *Confusion Matrix* digunakan untuk mengukur tingkat akurasi hasil diagnosis sistem dibandingkan dengan hasil diagnosis pakar.[16]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengembangan Sistem

Proses untuk membangun sistem ini, peneliti menggunakan model *prototype*. Berbagai alur dari pendekatan ini yaitu analisis sistem (*analysis*), perancangan sistem (*design*), implementasi sistem (*code*) serta pengujian sistem (*testing*). Tahapan metode *Prototype* ditunjukkan di Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1 Tahapan model *Prototype*

B. Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem ini menjelaskan tentang beberapa aspek dalam pengembangan sistem sebagai berikut:

1. Analisis Sistem
Analisis sistem yaitu melakukan identifikasi perlunya dan spesifikasi sistem yang akan dibangun. Analisis meliputi identifikasi permasalahan petani dalam mendiagnosis penyakit cabai, akuisisi pengetahuan melalui wawancara dengan pakar pertanian, dan studi literatur dari jurnal ilmiah. Hasil analisis digunakan untuk menentukan spesifikasi sistem pakar yang berfungsi dan tidak berfungsi.
2. Desain
Perancangan sistem berfokus pada pembuatan teknis berdasarkan hasil analisis. Perancangan meliputi arsitektur sistem tiga layer (presentation, logic, dan data layer), struktur basis pengetahuan dalam format IF-THEN rules. Perancangan juga mencakup desain database MySQL dan antarmuka web yang user-friendly.
3. Code
Perancangan code pada sistem yang didasarkan pada rencana yang akan dilakukan. Implementasi melalui Visual Studio Code sebagai development environment serta MySQL untuk database. Pengembangan inference engine dengan algoritma forward chaining, pengembangan antarmuka web menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript, serta integrasi dan pengujian unit semua komponen sistem.
4. Pengujian Sistem (Testing)
Proses pengujian sistem dilaksanakan guna mengevaluasi kekuatan sistem yang sudah dibangun serta kesesuaian hasil sistem berikan. Pengujian yang akan dilakukan meliputi dari pengujian validasi pakar untuk memvalidasi akurasi basis pengetahuan, pengujian akurasi diagnosis dengan kasus nyata untuk mengukur tingkat kepuasan pengguna.

C. Metode Forward Chaining

Pengelompokan data yang diperoleh meliputi jenis penyakit, gejala dan solusi. Tabel 1 menunjukkan data gejala penyakit cabai, Tabel 2 menunjukkan data penyakit pada cabai, Tabel 3 menunjukkan data aturan yang dirancang dan Tabel 4 merupakan rancangan keputusan penyakit cabai.

Tabel 1 Data Gejala.

Kode Gejala	Nama Gejala
G01	Bercak coklat kehitaman pada buah
G02	Spora membentuk lingkaran pada permukaan buah
G03	Buah membusuk dan gugur
G04	Bercak bulat kecil pada daun
G05	Pusat bercak pucat atau putih
G06	Tepi bercak berwarna gelap
G07	Bercak berkembang menjadi lubang pada daun
G08	Buah membusuk lembek dan berlendir
G09	Warna buah berubah coklat kehitaman
G10	Bercak berair pada daun
G11	Bercak berubah menjadi hitam dan nekrotik
G12	Halo kuning di sekitar bercak
G13	Bercak muncul juga pada buah dan batang
G14	Daun tetap hijau tetapi tanaman layu mendadak
G15	Batang bagian bawah berwarna hitam
G16	Daun berwarna kuning
G17	Daun keriting
G18	Tulang daun menonjol
G19	Ukuran daun mengecil
G20	Tanaman tumbuh kerdil
G21	Daun muda keriting
G22	Bunga atau buah rontok
G23	Buah berubah warna menjadi kehitaman
G24	Daun belang hijau muda dan tua
G25	Pertumbuhan tanaman terhambat
G26	Daun bagian bawah menguning
G27	Batang dalam menghitam
G28	Tanaman layu secara perlahan
G29	Daun rontok
G30	Jaringan batang bagian dalam berwarna kuning atau hitam

Tabel 1 Data Gejala, terdapat 30 gejala penyakit pada tanaman cabai yang digunakan sebagai acuan dalam proses diagnosis sistem pakar. Gejala yang memiliki kode khusus mulai dari G01 hingga G30 untuk mempermudah identifikasi dan pengolahan data. Gejala yang diamati meliputi perubahan pada daun, batang, bunga, dan buah tanaman cabai, seperti bercak pada daun, daun menguning, batang menghitam, buah membusuk, serta tanaman layu. Data gejala tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan jenis penyakit yang menyerang tanaman cabai.

Tabel 2 Data Penyakit.

Kode Penyaakit	Nama Penyakit
P01	Antraknosa
P02	Bercak Daun
P03	Busuk Buah (<i>Phytophthora</i>)
P04	Bercak Bakteri
P05	Layu Bakteri
P06	Virus Kuning (Gemini/ChiLCV)
P07	Thrips (<i>Scirtothrips dorsalis</i>)
P08	Virus Mosaik (CMV)
P09	Layu Fusarium
P10	Layu Verticillium

Tabel 2 Data Penyakit terdapat 10 jenis penyakit pada tanaman cabai yang digunakan dalam sistem pakar. Penyakit yang memiliki kode khusus mulai dari P01 hingga P10 untuk mempermudah proses identifikasi dan pengolahan data. Penyakit yang terdaftar meliputi *Antraknosa*, Bercak Daun, Busuk Buah (*Phytophthora*), Bercak Bakteri, Layu Bakteri, Virus Kuning (Gemini/ChiLCV), Thrips, Virus Mosaik (CMV), Layu Fusarium, dan Layu Verticillium. Data penyakit tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan hasil diagnosis berdasarkan gejala yang dipilih pengguna.

Tabel 3 Data Aturan.

Daftar Gejala	Nama Penyakit
G01-G02-G03	Antraknosa
G04-G05-G06-G07	Bercak Daun
G08-G09-G02	Busuk Buah (<i>Phytophthora</i>)
G10-G11-G12-G13	Bercak Bakteri
G14-G15	Layu Bakteri
G16-G17-G18-G19-G20	Virus Kuning (Gemini / ChiLCV)
G21-G22-G23	Thrips (<i>Scirtothrips dorsalis</i>)
G24-G25	Virus Mosaik (CMV)
G26-G27-G28	Layu Fusarium
G29-G30	Layu Verticillium

Tabel 3 Data Aturan terdapat aturan diagnosis yang digunakan dalam sistem pakar untuk menentukan jenis penyakit pada tanaman cabai berdasarkan kombinasi gejala tertentu. Setiap aturan terdiri dari beberapa kode gejala yang dihubungkan dengan satu jenis penyakit. Sebagai contoh, gejala G01, G02, dan G03 menunjukkan penyakit Antraknosa, sedangkan gejala G04, G05, G06, dan G07 menunjukkan penyakit Bercak Daun. Aturan-aturan tersebut digunakan sebagai dasar proses *forward chaining* dalam sistem pakar sehingga sistem dapat menghasilkan diagnosis penyakit sesuai gejala yang dipilih pengguna.

Tabel 4 Keputusan Penyakit.

Gejala dan Penyakit	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10
G01	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1
G02	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G03	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
G04	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G05	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
G06	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G07	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G08	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
G09	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1
G10	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
G11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
G12	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
G13	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
G14	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
G15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
G16	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
G17	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
G18	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
G19	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
G20	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
G21	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
G22	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
G23	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
G24	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
G25	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
G26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Berdasarkan Tabel 4 keputusan penyakit menunjukkan hubungan antara gejala (G01–G30) dan penyakit (P01–P10). Nilai 1 menyatakan bahwa suatu gejala berhubungan dengan penyakit tertentu, sedangkan nilai 0 menyatakan tidak berhubungan. Tabel ini digunakan sebagai dasar dalam sistem pakar untuk membantu proses diagnosis penyakit berdasarkan gejala yang dipilih pengguna.

A. Konversi table keputusan

Konversi tabel keputusan dilakukan sebagai tahap pembentukan basis pengetahuan pada sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai. Proses ini bertujuan untuk mengubah data gejala dan penyakit yang diperoleh dari hasil observasi, wawancara, dan studi literatur menjadi aturan-aturan logika berbentuk IF-THEN. Aturan tersebut digunakan oleh sistem dalam proses penalaran menggunakan metode *forward chaining* untuk menentukan jenis penyakit berdasarkan gejala yang dipilih oleh pengguna. Setiap rule merepresentasikan hubungan antara beberapa gejala dengan satu jenis penyakit tanaman cabai sehingga sistem dapat memberikan hasil diagnosis secara lebih terstruktur dan akurat.

1. **Rule untuk penyakit Antraknosa** (P01)
 - If Gejala
 - AND bercak coklat kehitaman pada buah (G01)
 - AND spora membentuk lingkaran pada buah (G02)
 - AND Buah membusuk dan gugur (G03)
 - Then penyakit **Antraknosa**
2. **Rule untuk penyakit Bercak Daun** (P02)
 - If Gejala
 - AND Bercak menyebar cepat (G04)
 - AND Pusat bercak pucat atau putih (G05)
 - AND Tepi bercak berwarna gelap (G06)
 - AND Bercak berkembang menjadi lubang pada daun (G07)
 - Then penyakit **Bercak Daun**
3. **Rule untuk penyakit Busuk Buah** (P03)
 - If Gejala
 - AND Buah membusuk lembek dan berlendir (G08)
 - AND Warna buah berubah coklat kehitaman (G09)
 - AND Spora membentuk lingkaran pada permukaan buah (G02)
 - Then penyakit **Busuk Buah**
4. **Rule untuk penyakit Bercak Bakteri** (P04)
 - If Gejala
 - AND Bercak berair pada daun (G10)
 - AND Bercak berubah menjadi hitam dan nekrotik (G11)
 - AND Halo kuning disekitar bercak (G12)
 - AND Bercak muncul juga pada buah dan batang (G13)
 - Then penyakit **Bercak Bakteri**
5. **Rule untuk penyakit Layu Bakteri** (P05)
 - If Gejala
 - AND Daun tetap hijau tetapi tanaman layu mendadak (G14)
 - AND Batang bagian bawah berwarna hitam (G15)
 - Then penyakit **Layu Bakteri**
6. **Rule untuk penyakit Virus Kuning** (P06)
 - If Gejala
 - AND Daun berwarna kuning (G16)
 - AND Daun Keriting (G17)
 - AND Tulang daun menonjol (G18)
 - AND Ukuran daun mengecil (G19)
 - AND Tanaman tumbuh kerdil (G20)
 - Then penyakit **Virus Kuning**
7. **Rule untuk penyakit Hama Thrips** (P07)
 - If Gejala
 - AND Daun muda keriting (G21)
 - AND Bunga atau buah rontok (G22)
 - AND Buah berubah warna menjadi kehitaman (G23)
 - Then penyakit **Hama Thrips**
8. **Rule untuk penyakit Virus Mozaik** (P08)
 - If Gejala
 - AND Daun belang hijau muda dan tua (G24)
 - AND Pertumbuhan tanaman terhambat (G25)
 - Then penyakit **Virus Mozaik**

9. **Rule untuk penyakit Layu Fusarium** (P09)
 If Gejala (G26)
 AND Daun bagian bawah menguning (G27)
 AND Batang dalam menghitam (G28)
 AND Tanaman layu secara perlahan
 Then penyakit **Virus Layu Fusarium**
10. **Rule untuk penyakit Layu Verticillium** (P10)
 If Gejala (G29)
 AND Daun Rontok (G30)
 AND Jaringan batang bagian dalam berwarna kuning atau hitam (G30)
 Then penyakit **Layu Verticillium**

B. Perancangan dan Desain Sistem

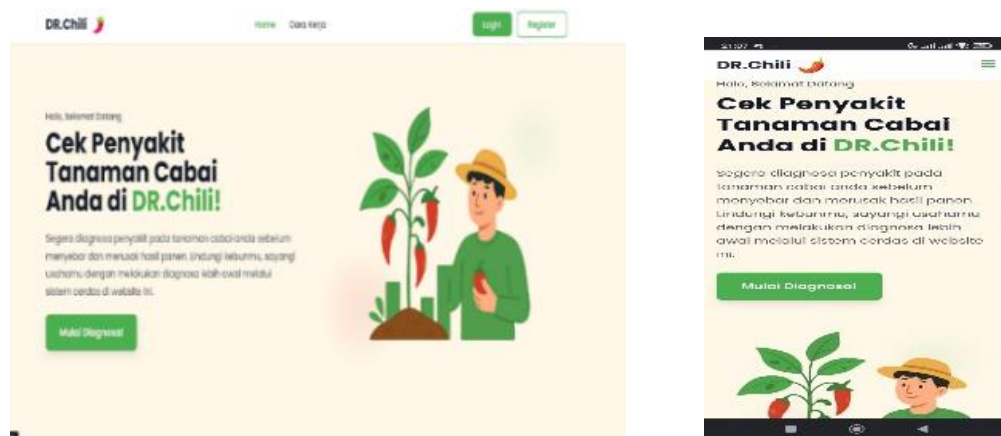
Perancangan dan desain sistem pakar yang digunakan bertujuan untuk mengidentifikasi penyakit pada tanaman cabai. Desain sistem ini memberikan manfaat bagi programmer karena menyajikan gambaran secara lengkap dalam proses pembuatan aplikasi atau sistem. Desain tersebut mempermudah programmer dapat memahami alur kerja sistem secara terstruktur dan sistematis.

a) Desain Antar Muka

Desain antar muka merupakan proses tampilan dari sistem. Tujuannya yakni untuk mengembangkan antar muka yang mudah dipahami dan digunakan, sehingga user bisa menggunakan sistem secara efektif dan efisien.

(1). Tampilan Halaman Beranda pada Website

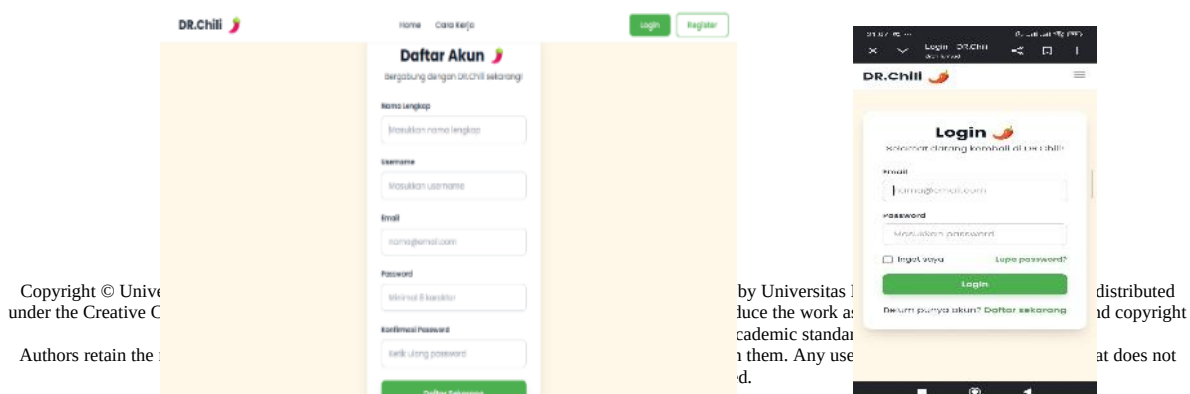
Gambar 6 dibawah ini menampilkan halaman utama pada website dan Ponsel sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai. Halaman ini User atau admin dapat login dan jika belum memiliki akun bisa daftar terlebih dahulu.



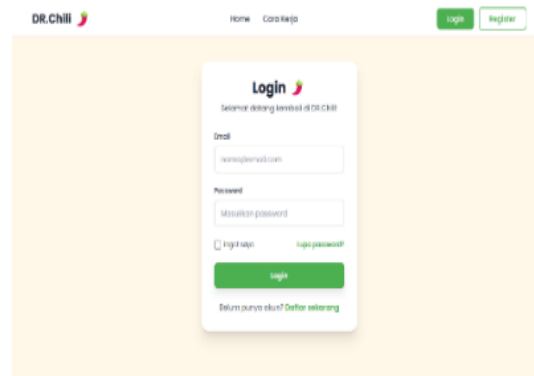
Gambar 6 Halaman Beranda

(2). Halaman Login dan Registrasi

Gambar 7 dan 8 menampilkan halaman login dan registrasi. Bagian ini dilakukan input username dan password untuk login, kemudian dilakukan input Nama, Email, Password, alamat untuk melakukan registrasi.



Gambar 7 Halaman login



Gambar 8 Halaman Registrasi

(3). Halaman Hasil Diagnosa

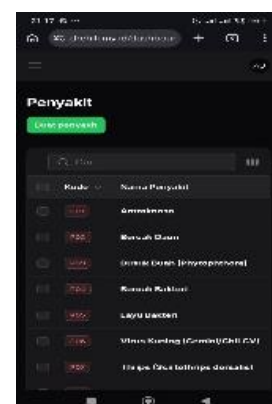
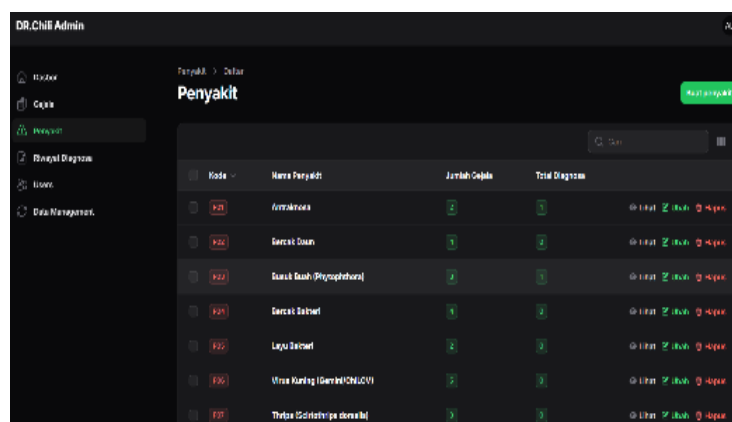
Gambar 9 menampilkan halaman hasil diagnosa pada website sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai. Halaman ini dapat melihat hasil diagnosa penyakit kemudian juga dapat melakukan diagnosa ulang dan melakukan download untuk hasil diagnosanya.



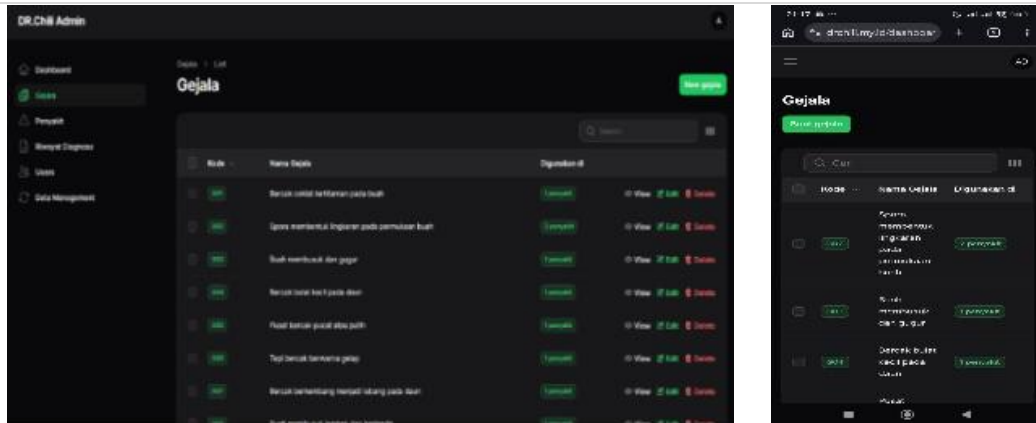
Gambar 9 Halaman Hasil Diagnosa

(4). Halaman input data Gejala dan Penyakit

Gambar 10 dan 11 ini menampilkan data gejala dan penyakit tanaman. Bagian ini admin dapat melihat, mengedit, dan menambahkan data penyakit dan gejala



Gambar 10 Dashboard Admin data penyakit



Gambar 11 Dashboard Admin data gejala

b) Pengujian

Pengujian sistem dilakukan menggunakan tiga metode, yaitu *Black Box Testing*, *Confusion Matrix*, dan *Skala Likert*. *Black Box Testing* digunakan untuk mengevaluasi fungsionalitas sistem dan memastikan setiap fitur berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. *Confusion Matrix* digunakan untuk mengukur tingkat akurasi diagnosis sistem dengan membandingkan hasil diagnosis yang dihasilkan sistem terhadap hasil diagnosis pakar pada sejumlah data kasus uji dan pada penelitian ini memakai 30 data uji yang dibandingkan oleh pakar dan juga sistem. Sementara itu, pengujian menggunakan *Skala Likert* dilakukan melalui penyebaran kuesioner menggunakan Google Form kepada responden untuk mengukur tingkat kepuasan pengguna terhadap sistem yang telah dikembangkan [16]

1) Pengujian Black Box testing

Tabel 5 Blackbox Testing.

No	Fitur yang diuji	Skenario pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1	Halaman Beranda	User klik cara kerja	Halaman bergeser ke informasi cara kerja	Berhasil
2	Halaman Daftar	User mengisi data email dan password	User beralih ke halaman halaman beranda setelah input	Berhasil
3	Halaman Diagnosa	User memilih gejala	User dapat memilih gejalanya	Berhasil
4	Halaman Hasil Diagnosa	User melihat hasil diagnose dan solusinya	User dapat dan berhasil melihat hasil diagnosanya	Berhasil
5	Halaman Riwayat Diagnosa	User melihat hasil Riwayat pada hasil diagnosanya	User dapat melihat hasil Riwayat diagnosa tanamannya	Berhasil

2) Pengujian Confusion Matrix

Tabel 6 Data Pengujian Confusion Matrix.

No	Gejala	Diagnosis Pakar	Diagnosis Sistem	Keterangan
1	G01,G02,G03	Antraknosa	Antraknosa	Benar
2	G01,G02,G03	Antraknosa	Antraknosa	Benar
3	G01,G02,G03,G09	Antraknosa	Antraknosa	Benar
4	G04,G05,G06,G07	Bercak Daun	Bercak Daun	Benar
5	G04,G05,G06,G07	Bercak Daun	Bercak Daun	Benar
6	G04,G05,G06,G07	Bercak Daun	Bercak Daun	Benar
7	G08,G09,G02	Busuk Buah (Phytophthora)	Busuk Buah (Phytophthora)	Benar
8	G08,G09,G02	Busuk Buah (Phytophthora)	Busuk Buah (Phytophthora)	Benar
9	G08,G09,G02	Busuk Buah (Phytophthora)	Busuk Buah (Phytophthora)	Benar
10	G10,G11,G12,G13	Bercak Bakteri	Bercak Bakteri	Benar
11	G10,G11,G12,G13	Bercak Bakteri	Bercak Bakteri	Benar
12	G10,G11,G12,G13	Bercak Bakteri	Bercak Bakteri	Benar
13	G14,G15	Layu Bakteri	Layu Bakteri	Benar
14	G14,G15	Layu Bakteri	Layu Bakteri	Benar
15	G14,G15	Layu Bakteri	Layu Bakteri	Benar
16	G16,G17,G18,G19,G20	Virus Kuning (Gemini/ChiLCV)	Virus Kuning (Gemini/ChiLCV)	Benar
17	G16,G17,G18,G19,G20	Virus Kuning (Gemini/ChiLCV)	Virus Kuning (Gemini/ChiLCV)	Benar
18	G16,G17,G18,G19,G20	Virus Kuning (Gemini/ChiLCV)	Virus Kuning (Gemini/ChiLCV)	Benar
19	G21,G22,G23	Thrips (Scirtothrips dorsalis)	Thrips (Scirtothrips dorsalis)	Benar
20	G21,G22,G23	Thrips (Scirtothrips dorsalis)	Thrips (Scirtothrips dorsalis)	Benar
21	G21,G22,G23,G17	Thrips (Scirtothrips dorsalis)	Virus Kuning (Gemini/ChiLCV)	Salah
22	G24,G25	Virus Mosaik (CMV)	Virus Mosaik (CMV)	Benar
23	G24,G25	Virus Mosaik (CMV)	Virus Mosaik (CMV)	Benar
24	G24,G25	Virus Mosaik (CMV)	Virus Mosaik (CMV)	Benar
25	G26,G27,G28	Layu Fusarium	Layu Fusarium	Benar
26	G26,G27,G28	Layu Fusarium	Layu Fusarium	Benar
27	G26,G27,G28,G30	Layu Fusarium	Layu Verticillium	Salah
28	G29,G30	Layu Verticillium	Layu Verticillium	Benar
29	G29,G30	Layu Verticillium	Layu Verticillium	Benar
30	G29,G30	Layu Verticillium	Layu Verticillium	Benar

Berdasarkan hasil pengujian pada 30 data kasus diperoleh sebanyak 28 kasus berhasil didiagnosis dengan benar dan 2 kasus mengalami ketidaksesuaian antara hasil diagnosis sistem dan diagnosis pakar.

Tabel 7 Rekapitulasi Confusion Matrix.

Keterangan	Jumlah
Prediksi Benar (True Prediction)	28
Prediksi Salah (False Prediction)	2
Total Data Uji	30

Nilai akurasi dihitung menggunakan persamaan

$$Accuracy = \frac{Jumlah\ Prediksi\ Benar}{Jumlah\ Data\ Uji} \times 100\% \quad (1)$$

$$Accuracy = \frac{28}{30} \times 100\% \quad (2)$$

$$Accuracy = 93,33\% \quad (3)$$

Berdasarkan hasil perhitungan *Confusion Matrix*, diperoleh tingkat akurasi sistem sebesar 93,33%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode *Forward Chaining* yang diterapkan pada sistem pakar mampu melakukan diagnosis penyakit tanaman cabai dengan tingkat kesesuaian yang tinggi terhadap hasil diagnosis pakar. Ketidaksesuaian diagnosis ditemukan pada dua kasus yang memiliki kemiripan gejala antar penyakit, sehingga sistem menghasilkan diagnosis yang berbeda dengan hasil diagnosis pakar. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun memiliki kinerja yang baik dalam membantu proses diagnosis awal penyakit tanaman cabai.

3) Pengujian Skala Likert Testing

Tabel 8 Skala Likert Testing.

NO	Pertanyaan	1	2	3	4	5
1	Aplikasi ini Mudah di gunakan	0,00%	0,00%	3,85%	50,00%	46,15%
2	Aplikasi ini berfungsi dengan baik tanpa gangguan	3,85%	15,38%	7,695%	7,69%	65,38%
3	Merasa terbantu dengan fitur rekomendasi saran sesuai diagnose penyakit	3,45%	3,85%	15,38%	34,62%	42,31%
4	Aplikasi ini memiliki fitur yang lengkap	1,54%	3,85%	38,46%	23,08%	23,08%
5	Saya akan terus menggunakan aplikasi ini dalam jangka Panjang	3,85%	7,69%	19,23%	19,23%	50,00%

Keterangan :

1. Sangat Tidak Setuju
2. Tidak Setuju
3. Netral
4. Setuju
5. Sangat Setuju

Tabel 5 adalah *blackbox testing* yang menjabarkan bahwa seluruh sistem telah berjalan sesuai dengan skenario pengujian

yang dilakukan. Pengujian dilakukan pada beberapa halaman utama, yaitu halaman beranda, halaman daftar, halaman diagnosa, halaman hasil diagnosa, dan halaman riwayat diagnosa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap fungsi sistem dapat dijalankan dengan baik, mulai dari proses melihat informasi cara kerja, melakukan pendaftaran, memilih gejala, melihat hasil diagnosa beserta solusi, hingga melihat riwayat diagnosa. Seluruh pengujian memperoleh hasil “Berhasil”, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem telah berfungsi sesuai dengan kebutuhan pengguna dan siap digunakan.

Tabel 8 merupakan *Skala Likert* Testing yang menjelaskan bahwa tingkat kepuasan pengguna terhadap sistem yang dikembangkan berada pada kategori sangat baik. Hasil pengujian diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada responden dengan lima indikator penilaian, yaitu kemudahan penggunaan aplikasi, fungsi aplikasi tanpa gangguan, manfaat fitur rekomendasi, kelengkapan fitur, serta minat pengguna untuk terus menggunakan aplikasi dalam jangka panjang.

Mayoritas responden memberikan penilaian pada kategori setuju dan sangat setuju terhadap seluruh pertanyaan yang diajukan. Nilai rata-rata persentase sebesar 85,42% menunjukkan bahwa aplikasi mampu memberikan pengalaman penggunaan yang baik dan memenuhi kebutuhan pengguna. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa sistem pakar yang dikembangkan dinilai mudah digunakan dan memiliki fungsi yang berjalan dengan baik serta mampu membantu pengguna dalam memperoleh hasil diagnosa dan rekomendasi yang sesuai. Sistem yang telah dirancang dapat dikatakan layak dan diterima dengan baik oleh pengguna.

IV. SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan penggunaan metode forward chaining pada sistem pakar berbasis web dapat memberikan hasil diagnosis awal penyakit yang akurat dan informatif untuk menghasilkan kesimpulan yang akurat, dengan menggabungkan data gejala yang dimasukkan oleh pengguna dengan basis aturan IF-THEN.

Hasil pengujian *Confusion Matrix* menunjukkan tingkat akurasi diagnosis sebesar 93,33%, sedangkan pengujian *Black Box* menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan dengan baik dan pengujian skala Likert memperoleh tingkat kepuasan pengguna sebesar 85,42%. Hasil tersebut menunjukkan sistem pakar ini tidak hanya membantu dalam mengidentifikasi penyakit serta gejalanya, tetapi juga dapat menjadi sumber edukasi pada pengguna.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi selama proses penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada keluarga atas doa dan dukungan yang tiada henti, serta kepada teman-teman yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] R. K. Khator, "Expert System using Knowledge Based System Rajesh," no. 6, pp. 52–55, 2019.
- [2] M. Muliadi, I. Budiman, M. A. Pratama, and A. Sofyan, "Fuzzy Dan Dempster-Shafer Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Cabai," *Klik - Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, p. 209, 2017, doi: 10.20527/klik.v4i2.116.
- [3] B. G. Buchanan and R. G. Smith, "Fundamentals of Expert Systems," *Annu. Rev. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 23–58, 1988, doi: 10.1146/annurev.cs.03.060188.000323.
- [4] S. A. R. Farid Algifani, Anggun Damar Adelia, Herdinawati Herdinawati, Loviga Bangun, Nurcahya Purba, "Efektifitas Atraktan dalam Mengendalikan Lalat Buah (*Bactrocera* sp.) pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)," *Semin. Nas. Lahan Suboptimal*, vol. 9, p. 579, 2021.
- [5] Y. Devianto, S. Dwiasnati, B. Sukowo, A. Fauzi, and K. A. Baihaqi, "Penerapan Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) untuk Mendiagnosa Penyakit Bercak Daun Cabai," *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 136–142, 2023, doi: 10.57152/malcom.v3i2.850.
- [6] M. I. Pati, S. Defit, and G. W. Nurcahyo, "Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi Sistem Pakar dengan Metode Forward Chaining untuk Diagnosis Penyakit dan Hama Tanaman Semangka," vol. 2, 2020, doi: 10.37034/jsisfotek.v2i4.30.
- [7] J. M. Polgan *et al.*, "Sistem Pakar Diagnostik Penyakit Pohon Aren dengan Pendekatan Certainty Factor," vol. 13, no. November, pp. 1789–1799, 2024.
- [8] P. Using, F. Chaining, M. A. Fitriani, and D. C. Febrianto, "Penerapan Sistem Pakar untuk Diagnosa Penyakit dan Hama Tanaman Cabai dengan Metode Forward Chaining," vol. 16, no. 2, pp. 159–164, 2019.
- [9] A. S. Y. D. P. W. D. D. Siti Aisah, "SISTEM PAKAR DIAGNOSA HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR BERBASIS WEB," pp. 1–9, 2026.
- [10] W. Ja, A. Wijaya, E. Purnomo, and T. Cabe, "Jurnal Kecerdasan Buatan , Komputasi dan Teknologi Informasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Cabe Menggunakan Metode Forward dan Backward Chaining Berbasis Web (Studi Kasus BPP Mlandingan)," vol. 2, no. 2, pp. 31–39, 2021.
- [11] J. M. Sari, L. Y. Dewi, and B. E. Pratama, "Review Penerapan Metode Forward Chaining pada Sistem Pakar Berbasis Diagnosis di Berbagai Bidang," vol. 3, no. 4, pp. 9–12, 2025.
- [12] dan I. Kharisma, Adi, "Rice crop management expert system with forwarding chaining method and certainty factor," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. Vol. 1524., p. 3, 2020.
- [13] H. H. G. Y. Yenni, "SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT PADATANAMAN CABE BERBASIS WEB," vol. 03, 2021.
- [14] F. P. Hutabarat *et al.*, "Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit pada Tanaman Padi menggunakan Metode Certainty Factor," vol. 9, no. 1, pp. 7–14, 2024.
- [15] I. N. Rachmawati, "PENGUMPULAN DATA DALAM PENELITIAN KUALITATIF ;," pp. 35–40.
- [16] B. Sudrajat, "Penerapan Metode Prototype Sistem Informasi Peminjaman Ruang Meeting," vol. 5, no. 2, pp. 222–228, 2021.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

