

Expert System for Diagnosing Shallot Plant Diseases Using the Forward Chaining Method

Dani Ahmad Izzul Haq^{1*}, Yani Parti Astuti^{2*}, Daffa Yusa Aditama^{3*}

* Teknik Informatika, Universitas Dian Nuswantoro

daniizzulhaq2002tkj@gmail.com¹, yanipartiastuti@dsn.dinus.ac.id², daffayusa@gmail.com³

Article Info

Article history:

Received 2025-01-17

Revised 2025-01-22

Accepted 2025-01-30

Keyword:

*Expert System,
Forward Chaining,
Disease Diagnosis,
Shallot Plant.*

ABSTRACT

This research aims to develop an expert system with the forward chaining method to diagnose diseases in shallot plants. The decline in shallot production caused by diseases is one of the main problems faced by local farmers. Therefore, this expert system was developed to help farmers diagnose diseases in their crops more quickly and accurately. The research method used combines qualitative and quantitative approaches. Data on plant diseases and their symptoms were obtained through interviews with agricultural extension officers and literature reviews. Based on the data, a knowledge base was built that was used in the expert system. Forward chaining was applied to trace the relationship between symptoms inputted by the user and possible disease diagnoses. The system was tested using validation data, with an accuracy result of 93.3% and with K-fold Cross Validation testing resulting in an average accuracy of 98.37%, this shows that the system has a high level of conformity with the diagnosis provided by the expert. The results of this study indicate that the developed web-based expert system can provide practical solutions for farmers to diagnose and treat diseases in shallot plants. With a web-based implementation, this system can be easily accessed by farmers through computers or mobile devices, providing ease of use in the field.



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

I. PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki peran penting dalam perekonomian nasional, khususnya dalam sektor pertanian [1]. Bawang merah banyak dibudidayakan di berbagai daerah di Indonesia, salah satunya di Jawa Tengah. Namun, produktivitas bawang merah sering kali menghadapi kendala yang serius akibat serangan penyakit [2]. Masalah ini tidak hanya berdampak pada hasil produksi tetapi juga mempengaruhi pendapatan petani setempat.

Permasalahan serupa juga dialami pada budidaya tanaman lain seperti pisang Cavendish, durian, dan kentang. Penelitian Kurniawansyah et al menunjukkan bahwa petani pisang Cavendish mengalami penurunan kualitas dan tingkat penjualan akibat gangguan penyakit, terutama di daerah pelosok yang mengalami kesulitan berkonsultasi dengan pakar [3]. Sementara itu, Yudi Prayoga & Ahmad mengidentifikasi masalah penurunan kualitas produksi durian

akibat kurangnya pemahaman petani tentang hama dan penyakit, serta keterbatasan akses ke tenaga ahli [4]. Hal serupa juga ditemukan dalam penelitian Muhammad Arif Rahman et al. pada budidaya kentang, di mana keterbatasan tenaga ahli di lapangan menyulitkan petani mendapatkan diagnosis dan solusi secara cepat [5].

Serangan penyakit yang tidak terdeteksi sering kali menyebabkan petani kesulitan mengenali gejala awal pada tanaman mereka. Kurangnya pengetahuan dan akses terhadap informasi yang tepat membuat petani harus bergantung pada pengalaman mereka sendiri atau konsultasi langsung dengan pakar pertanian yang tidak selalu tersedia.

Dalam penerapan teknologi dalam bidang pertanian tidak terlepas dari berbagai tantangan. Kendala seperti terbatasnya akses terhadap teknologi dan minimnya pemahaman mengenai inovasi teknologi terkini sering menjadi tantangan utama bagi petani [6]. Oleh sebab itu, memahami dan mengatasi berbagai kendala ini menjadi hal yang krusial untuk memastikan bahwa teknologi dapat diterima dan

minimnya pemahaman mengenai inovasi teknologi terkini sering menjadi tantangan utama bagi petani [6]. Oleh sebab itu, memahami dan mengatasi berbagai kendala ini menjadi hal yang krusial untuk memastikan bahwa teknologi dapat diterima dan diterapkan secara efektif di lapangan [7].

Pemanfaatan teknologi informasi melalui sistem pakar berbasis web dapat menjadi solusi yang efektif dalam menghadapi permasalahan ini. Sistem pakar merupakan sebuah sistem komputer yang dibuat untuk meniru kemampuan seorang ahli dalam menganalisis dan memberikan solusi atas permasalahan tertentu [8]. Dalam kasus ini, sistem pakar dapat digunakan untuk membantu petani bawang merah mendiagnosis penyakit pada tanaman mereka. Implementasi sistem pakar serupa telah menunjukkan hasil yang menjanjikan, seperti tingkat akurasi 96% pada diagnosis penyakit pisang Cavendish [3] dan 83,33% pada tanaman kentang [5].

Salah satu metode yang diterapkan dalam sistem pakar adalah forward chaining. Metode ini bekerja dengan memulai dari fakta atau data yang ada untuk menarik kesimpulan dan menghubungkan masalah dengan solusi yang relevan (rantai). Forward chaining dianggap sangat efektif dalam mendiagnosis penyakit tanaman karena proses penalarannya dimulai dengan pengumpulan fakta untuk menguji kebenaran suatu hipotesis, dilengkapi dengan aturan yang mencakup kondisi dan kesimpulan, serta basis pengetahuan yang menjadi inti dari sistem pakar tersebut [9].

Forward chaining memiliki kelebihan tersendiri, terutama dalam konteks masalah yang dimulai dari pengumpulan atau penyatuan informasi, kemudian mencari kesimpulan apa yang dapat diambil dari informasi tersebut. Pendekatan ini sangat cocok untuk kasus di mana data awal atau gejala telah diketahui. Sementara itu, pendekatan lain seperti backward chaining, rule-based reasoning, dan Bayesian reasoning juga memiliki kegunaan dalam kecerdasan buatan dan dapat diterapkan pada diagnosis penyakit, termasuk pada penyakit tanaman bawang merah. Namun, dalam beberapa kasus, penulisan aplikasi sistem menggunakan metode-metode tersebut dapat menjadi kurang efisien dalam menemukan solusi untuk masalah yang dihadapi [10].

Namun, implementasi sistem pakar berbasis web di lapangan tidak terlepas dari tantangan potensial. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan pemahaman teknis pengguna, seperti petani, yang mungkin kurang familiar dengan penggunaan teknologi berbasis web. Tidak semua petani memiliki keterampilan untuk mengoperasikan sistem digital, sehingga diperlukan pelatihan atau panduan yang sederhana dan mudah dimengerti.

Melihat permasalahan di atas, pengembangan sistem pakar diagnosis penyakit pada tanaman bawang merah menggunakan metode forward chaining menjadi sangat relevan. Dengan harapan sistem pakar yang dikembangkan memberikan solusi praktis bagi petani setempat dalam mengatasi serangan hama penyakit secara lebih efektif dan efisien.

II. METODE

Penelitian ini menggabungkan pendekatan kualitatif dan kuantitatif untuk mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit pada tanaman bawang merah menggunakan metode forward chaining. Pendekatan kualitatif dilakukan melalui wawancara mendalam dengan penyuluh pertanian dan ahli penyakit tanaman bawang merah di Kecamatan Mijen, Kabupaten Demak, untuk mengidentifikasi gejala dan karakteristik penyakit yang sering muncul. Sementara itu, pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur akurasi sistem pakar yang dikembangkan, melalui uji validasi dan pengujian akurasi untuk memastikan kinerja dan keandalan sistem dalam mendiagnosis penyakit.

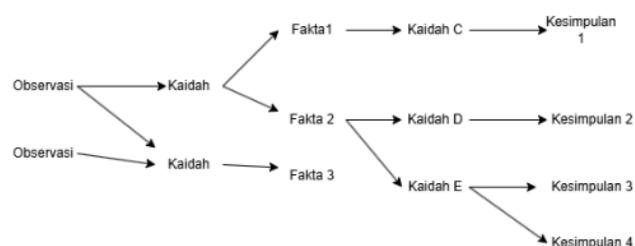
A. Sistem Pakar

Sistem pakar adalah sistem komputer yang memanfaatkan pengetahuan, logika, dan keahlian khusus dalam suatu bidang tertentu untuk menyelesaikan masalah, menyerupai cara kerja seorang ahli di bidang tersebut. Sistem ini dibangun dengan dua komponen utama, yaitu Basis Pengetahuan (Knowledge Base) dan Mesin Penalaran (Inference Engine) [11].

Kedua komponen tersebut bekerja sama dalam sistem pakar dan aktif ketika pengguna, yang merupakan orang awam, memasukkan fakta-fakta yang diperoleh dari pengalaman sehari-hari. Selanjutnya, sistem memberikan output berupa pengetahuan khusus dalam bentuk kesimpulan yang relevan. Sebagai contoh, sebuah sistem pakar dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit.

B. Forward Chaining

Forward chaining adalah metode penalaran dalam sistem pakar yang dimulai dengan fakta-fakta yang sudah tersedia, lalu menggunakan aturan-aturan yang ada untuk mencapai kesimpulan. Pencocokan fakta atau pernyataan yang diawali dengan pernyataan kondisional (IF) kemudian mengarah pada kesimpulan (Then) merupakan contoh dari implementasi metode forward chaining. Dengan kata lain, berpikir dimulai dengan fakta untuk mengevaluasi hipotesis tentang kebenaran [12].



Gambar 1 Forward Chaining

Proses penelusuran dimulai dengan memeriksa fakta-fakta yang diberikan oleh pengguna, kemudian menggunakan aturan-aturan yang ada untuk mencapai kesimpulan berdasarkan fakta-fakta tersebut. Proses ini diawali dari bagian kiri (IF), di mana dilakukan pencocokan antara fakta atau pertanyaan yang berfungsi sebagai premis dari informasi yang diberikan. Fakta-fakta tersebut menjadi input bagi komputer dan selanjutnya mengarah pada kesimpulan yang

dihasilkan (THEN) [13]. Bentuknya dapat dimodelkan pada gambar 1.

Dalam penggunaan forward chaining kedalam sistem yang di rancang, ambiguitas dapat muncul ketika lebih dari satu penyakit terdeteksi berdasarkan gejala yang dipilih oleh pengguna. Untuk mengatasi ambiguitas ini, sistem memberikan tingkat kecocokan (persentase) antara gejala yang dipilih dengan gejala yang diperlukan oleh masing-masing penyakit. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memahami seberapa besar kemungkinan mereka mengidap penyakit tertentu berdasarkan data gejala yang dimasukkan.

C. Teknik Pengumpulan Data

1) Wawancara

Melalui wawancara dengan penyuluh pertanian, peneliti memperoleh data mengenai penyakit dan gejala-gejala yang sering muncul pada tanaman bawang merah di Kecamatan Mijen. Penyuluh pertanian menjelaskan berbagai jenis penyakit beserta gejala-gejalanya, seperti perubahan warna daun, busuk pada pangkal daun, dan munculnya bercak pada daun. Data ini kemudian digunakan untuk membangun basis pengetahuan dalam sistem pakar, guna membantu deteksi dini dan penanganan yang tepat.

2) Studi Literatur

Literatur yang berkaitan dengan penyakit bawang merah dan sistem pakar berbasis forward chaining dikumpulkan untuk melengkapi dan memperkuat basis pengetahuan sistem pakar. Penelitian terdahulu mengenai sistem pakar untuk tanaman lain seperti cabai, pisang, dan durian, juga dipelajari sebagai referensi metode dan pendekatan.

D. Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, teknik analisis data yang digunakan meliputi beberapa tahapan berikut:

1) Analisis Deskriptif

Data yang diperoleh melalui wawancara dianalisis secara deskriptif untuk mengidentifikasi dan menggambarkan jenis-jenis penyakit serta gejala-gejala yang sering muncul pada tanaman bawang merah. Analisis ini bertujuan untuk memberikan pemahaman awal mengenai pola penyakit dan karakteristik gejala yang dihadapi petani.

2) Kategorisasi Gejala dan Penyakit

Gejala-gejala yang berhasil diidentifikasi dari wawancara dikelompokkan sesuai dengan jenis penyakit yang dilaporkan. Proses ini bertujuan untuk memudahkan peneliti dalam membangun basis pengetahuan sistem pakar, sehingga setiap gejala memiliki korelasi yang jelas dengan jenis penyakit yang tepat.

3) Pemetaan Hubungan Gejala dan Penyakit

Setelah kategorisasi, dilakukan pemetaan hubungan antara gejala dan penyakit menggunakan teknik knowledge mapping. Teknik ini memungkinkan visualisasi hubungan antar-gejala dengan penyakit tertentu, sehingga dapat disusun

aturan logika yang akan diaplikasikan dalam metode *forward chaining* pada sistem pakar

4) Pembuatan Aturan Sistem Pakar

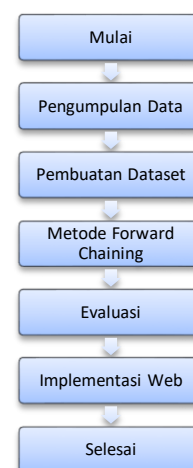
Berdasarkan hasil pemetaan hubungan gejala-penyakit, dilakukan pembuatan aturan (rule) yang mencakup jika gejala tertentu terdeteksi, maka kemungkinan penyakit yang terindikasi dan rekomendasi penanganannya dapat dihasilkan. Aturan-aturan ini dibangun untuk mendukung proses penalaran pada sistem pakar agar mampu memberikan diagnosis yang cepat dan akurat.

5) Validasi Aturan dan Basis Pengetahuan

Aturan yang sudah disusun kemudian divalidasi melalui diskusi ulang dengan penyuluh pertanian untuk memastikan keakuratan dan relevansi basis pengetahuan. Validasi ini bertujuan memastikan bahwa informasi yang digunakan dalam sistem pakar sesuai dengan kondisi lapangan dan mampu memberikan solusi yang efektif bagi petani.

E. Proses Penelitian

Proses penelitian terkait sistem pakar untuk diagnosis penyakit pada tanaman bawang merah akan dilaksanakan seperti yang digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah penjelasan mengenai diagram alir sistem pakar untuk diagnosis penyakit pada tanaman bawang yang terdapat pada Gambar 2.

1) Pengumpulan Data

Tahap pertama dalam proses penelitian ini adalah pengumpulan data. Data yang dikumpulkan meliputi gejala-gejala penyakit dan jenis-jenis penyakit yang sering menyerang tanaman bawang merah, khususnya di wilayah penelitian seperti Kecamatan Mijen, Kabupaten Demak. Sumber data diperoleh melalui wawancara dengan pakar dari badan penyuluh pertanian kecamatan mijen, kajian literatur. Tahap ini sangat penting untuk memastikan bahwa data yang

digunakan relevan dan mencerminkan kondisi lapangan yang sebenarnya, sehingga hasil diagnosis dapat lebih akurat.

2) Pembuatan Dataset

Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah menyusun dataset. Dataset ini dibuat berdasarkan data yang telah dikumpulkan pada tahap sebelumnya, sehingga informasi menjadi lebih terstruktur dan siap untuk digunakan dalam sistem pakar. Dataset ini mencakup gejala-gejala spesifik dan jenis penyakit yang berhubungan dengan tanaman bawang merah, serta kondisi lingkungan yang dapat memengaruhi kesehatan tanaman. Dengan dataset yang terstruktur, sistem pakar dapat mengakses informasi yang relevan secara cepat dan efisien.

3) Metode Forward Chaining

Pada tahap ini, metode *forward chaining* digunakan sebagai teknik penalaran dalam sistem pakar, dan penyusunan aturan atau *rule* dilakukan untuk menghubungkan setiap kombinasi gejala dengan kemungkinan penyakit. Metode *forward chaining* bekerja dengan cara memproses gejala yang diinput oleh pengguna untuk menyimpulkan diagnosis penyakit berdasarkan aturan yang telah dibuat. Setiap aturan ini dirumuskan berdasarkan data dalam dataset dan pengetahuan dari pakar tanaman bawang merah, sehingga diagnosis yang diberikan sistem dapat lebih akurat dan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Dengan kombinasi metode dan aturan yang tepat, sistem pakar dapat meniru cara pakar dalam mendiagnosis, dimulai dari gejala-gejala yang teramati hingga ke penentuan jenis penyakit.

4) Evaluasi

Evaluasi sistem adalah tahap penting untuk mengukur keakuratan dan keandalan sistem pakar yang dikembangkan. Pada tahap ini, hasil diagnosis sistem dibandingkan dengan hasil diagnosis yang diberikan oleh pakar untuk menilai sejauh mana sistem mampu memberikan hasil yang akurat. Jika terdapat ketidaksesuaian, maka dataset dan aturan akan diperbaiki untuk meningkatkan akurasi. Evaluasi ini memastikan bahwa sistem dapat bekerja secara efektif dan sesuai dengan kebutuhan pengguna di lapangan.

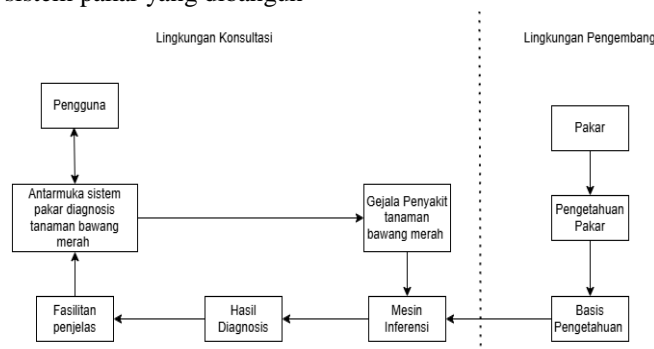
5) Implementasi Web

Tahap terakhir adalah mengembangkan sistem pakar ini dalam bentuk aplikasi web. Aplikasi ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman seperti PHP dan database MySQL, serta mengintegrasikan basis pengetahuan, mesin inferensi, dan aturan yang telah disusun. Dengan implementasi berbasis web, petani dapat mengakses sistem pakar ini dengan mudah melalui perangkat komputer atau ponsel, sehingga memudahkan mereka dalam melakukan diagnosis secara mandiri tanpa harus selalu berkonsultasi dengan pakar.

F. Desain Arsitektur

Desain arsitektur adalah sekumpulan model-model yang saling terhubung untuk menggambarkan sifat dasar dari

sebuah sistem[14]. Gambar 3 mengilustrasikan sifat dasar dari sistem pakar yang dibangun



Gambar 3. Desain Arsitektur Sistem Pakar

Berikut ini adalah penjelasan mengenai desain arsitektur sistem pakar untuk diagnosis tanaman bawang merah yang terdapat pada Gambar 3.

- Petani sebagai pengguna akan secara langsung mendiagnosis kondisi tanaman bawang merah mereka dengan menggunakan sistem pakar yang telah dikembangkan.
- Pakar, sistem ini melibatkan seorang ahli dari Badan Penyuluh Pertanian di Kecamatan Mijen, Demak. Berdasarkan pengetahuan dan keahlian yang dimiliki oleh pakar tersebut, sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman bawang merah dapat dikembangkan.
- Antarmuka, berfungsi sebagai sarana komunikasi antara pengguna dan sistem. Komponen utama dalam antarmuka sistem ini meliputi halaman utama, halaman untuk melakukan diagnosis penyakit pada tanaman bawang merah, halaman yang berisi hasil diagnosis penyakit tanaman bawang merah.
- Gejala penyakit, adalah rangkaian gejala yang muncul pada tanaman bawang merah yang disusun dalam sebuah sistem untuk mendukung proses diagnosis penyakit pada tanaman tersebut. Pengetahuan pakar, merupakan komponen dari sistem pakar yang akan disimpan dan diolah kemudian digunakan untuk menentukan aturan-aturan untuk mendiagnosis penyakit tanaman padi.
- Fasilitas penjelas merupakan fitur yang memberikan informasi mengenai tindakan yang perlu diambil untuk mengatasi penyakit pada tanaman padi, berdasarkan hasil diagnosis yang telah dilakukan.
- Hasil diagnosis, merupakan komponen dalam sistem pakar yang menampilkan kesimpulan terkait penyakit yang diderita tanaman, berdasarkan gejala-gejala yang teridentifikasi.
- Mesin inferensi, berfungsi untuk mengelola data input dalam rangka menghasilkan hasil diagnosis. Dalam sistem ini, digunakan mesin inferensi dengan metode penalaran forward chaining, yang memasukkan berbagai gejala penyakit pada tanaman bawang merah untuk memperoleh kesimpulan.

- Basis pengetahuan, merupakan kumpulan informasi dari pakar yang akan digunakan untuk melakukan diagnosis terhadap tanaman bawang merah

G. Teknik Pengujian Sistem

1) Pengujian Akurasi

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan telah memenuhi kriteria dan tujuan yang ditetapkan sesuai dengan rancangan awal, yaitu sebagai sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman bawang merah. Pada sistem ini, diterapkan metode pengujian akurasi. Pengujian akurasi bertujuan untuk menilai sejauh mana sistem pakar dapat mentransfer pengetahuan pakar dengan efektif. Proses ini mengukur perbedaan tingkat akurasi antara diagnosis yang diberikan oleh pakar dan diagnosis yang dihasilkan oleh sistem. Pengujian dilakukan dengan memberikan kasus yang sama kepada pakar dan sistem, kemudian mencatat dan membandingkan hasil diagnosis dari keduanya.[15]

$$\text{Nilai Keakuratan} = \frac{\text{Jumlah yang sesuai}}{\text{Jumlah kasus}} \times 100\%$$

Rumus ini digunakan untuk menghitung persentase kesesuaian antara hasil diagnosis yang diberikan oleh pakar dan hasil diagnosis yang dihasilkan oleh sistem, sehingga tingkat akurasi sistem dapat diketahui dengan lebih jelas.

2) K-fold Cross Validation

Penelitian ini menggunakan metode K-fold cross-validation untuk mengevaluasi tingkat akurasi kinerja model saat diterapkan.



Gambar 4. Ilustrasi K-Fold Cross Validation [17]

Tahap pertama dilakukan dengan membagi dataset menjadi sejumlah subset sesuai nilai k yang ditentukan. Data kemudian dipisahkan menjadi data latih dan data uji, di mana data latih digunakan untuk melatih model dalam melakukan prediksi, sedangkan data uji digunakan untuk mengukur performa model dan memastikan bahwa semua fungsinya berjalan sesuai harapan. Dalam penelitian ini, nilai k ditetapkan sebesar 10, sehingga dataset dibagi menjadi 10% data uji dan 90% data latih. Proses ini diulang sebanyak 10 kali, memastikan bahwa setiap subset bergantian menjadi data uji dan data latih [16].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data dilakukan secara komprehensif melalui dua pendekatan utama, yaitu studi literatur dan wawancara mendalam dengan pakar dari Badan Penyuluh Pertanian di Kecamatan Mijen. Metode ini dirancang untuk memastikan validitas dan akurasi data yang dihasilkan. Dari proses tersebut, diperoleh informasi rinci mengenai jenis-jenis penyakit tanaman yang dirangkum dalam Tabel 1, serta gejala-gejala yang terkait dengan penyakit tersebut yang tercantum dalam Tabel 2. Pendekatan ini tidak hanya memberikan landasan empiris yang kuat tetapi juga memperkaya basis pengetahuan dengan perspektif praktis yang relevan dari para ahli di lapangan, sehingga data yang dihasilkan dapat digunakan sebagai acuan yang kredibel dalam pengembangan sistem diagnosis penyakit tanaman.

A. Data Penyakit

Pada tabel 1 data penyakit yang di dapat dari hasil wawancara dengan ahli dari badan penyuluh pertanian kecamatan mijen berjumlah 5 penyakit ,yang di amana penyakit itu berupa Mati Pucuk Daun,Moler,Antrakosa,bercak Ungu, Embun Bulu.

TABEL I
DATA PENYAKIT

Kode Penyakit	Penyakit
P1	Bercak Ungu
P2	Embun Bulu
P3	Antrakosa
P4	Mati Pucuk Daun
P5	Moler

B. Data Gejala

Pada tabel 2 data gejala yang di dapat dari hasil wawancara dengan ahli dari badan penyuluh pertanian Kecamatan mijen dan juga di perkuat dengan data dari studi literatur dari penelitian sebelumnya mendapatkan hasil seperti tabel 2.

TABEL 2
DATA PENYAKIT

Kode Gejala	Gejala
G1	bitnik bitnik putih
G2	bercak daun berwarna putih
G3	bercak daun berwarna ungu
G4	bercak hijau
G5	bercak merah keunguan
G6	bercak daun berwarna coklat
G7	bercak daun berwarna putih
G8	bercak daun berwarna putih keunguan
G9	daun menguning
G10	daun layu
G11	daun coklat atau putih
G12	daun belang hijau pucat dan kuning
G13	daun kering
G14	Akar dan Umbi membusuk
G15	busuk pangkal daun

C. Data Relasi

Pada tabel ke 3 ini merupakan tabel yang menampilkan hasil relasi atau hubungan antara data penyakit dan gejala pada tanaman bawang merah.

TABEL 3
DATA RELASI

Kode Gejala	Kode Penyakit				
	P1	P2	P3	P4	P5
G1	*				
G2	*	*			
G3	*	*			
G4	*	*	*		
G5	*	*			
G6			*		
G7	*		*		
G8			*		
G9	*	*			*
G10		*	*	*	*
G11			*	*	
G12		*	*	*	
G13	*	*	*	*	
G14				*	*
G15				*	

D. Rule Diagnosis

Setelah dibuat data relasi seanjutnya adalah melakukan penyusunan rule atau aturan untuk proses diagnosisnya seperti pada tabel 4.

TABEL 4
RULE DIAGNOSIS

Kode	Aturan
R1	IF G1 AND G2 AND G3 AND G4 AND G5 AND G7 AND G9 AND G13 THEN P1
R2	IF G2 AND G3 AND G4 AND G5 AND G9 AND G10 AND G12 AND G13 IF P2
R3	IF G4 AND G6 AND G7 AND G8 AND G10 AND G11 AND G12 AND G13 THEN P3
R4	IF G10 AND G11 AND G12 AND G13 AND G15 IF P4
R5	IF G9 AND G10 AND G14 THEN P5

E. Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis sistem dengan diagnosis dari ahli badan penyuluh pertanian kecamatan mijen. Dimana hasilnya seperti tabel 5.

TABEL 5
DATA RELASI

No	Nama	Kode Gejala	Sistem	Pakar	Hasil
1	A1	G1 G2 ... G13	P1	P1	Sesuai
2	A1	G4 G6	P3	P3	Sesuai

		... G13			
3	A1	G2 G3 ... G13	P2	P2	Sesuai
4	A1	G10 G11 ... G15	P4	P4	Sesuai
5	A1	G9 G10 G14	P5	P5	Sesuai
6	A2	G1 G2 ... G13	P1	P1	Sesuai
7	A2	G4 G6 ... G13	P3	P3	Sesuai
8	A2	G2 G3 ... G13	P1	P2	Tidak sesuai
9	A2	G10 G11 ... G15	P4	P4	Sesuai
10	A2	G9 G10 G14	P5	P5	Sesuai
11	A3	G1 G2 ... G13	P1	P1	Sesuai
12	A3	G4 G6 ... G13	P3	P3	Sesuai
12	A3	G2 G3 ... G13	P2	P2	Sesuai
13	A3	G10 G11 ... G15	P4	P4	Sesuai
14	A3	G9 G10 G14	P5	P5	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian dari 15 data terdapat 14 data yang sesuai dan 1 tidak sesuai, berikut merupakan hasil akurasi dari hasil uji validasi :

$$\text{Nilai akurasi} = \frac{14}{15} \times 100\% = 93.3\%$$

F. Cross Validation

Mode pengujian ini yaitu mengevaluasi algoritma melalui cross-validation, menggunakan nilai fold yang dimasukkan dengan data testing. Misal kita menentukan $k=3$, maka data dibagi menjadi 3 fold, dan pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dengan menggunakan data testing sebagai data pengujian secara bergantian. Hal yang sama dilakukan untuk $k=5$ dan $k=10$.

TABEL 5
HASIL PENGUJIAN CROSS VALIDATION

Kode	Prediksi Benar	Prediksi Salah	Akurasi
3	44	1	97,78%
5	74	1	98,66%
10	148	2	98,66%
Rata Rata			98,37%

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa pengujian mode cross-validation menghasilkan akurasi sebagai berikut:

- Untuk $k=3$: Akurasi rata-rata sebesar 97,78%. Akurasi sedikit lebih rendah karena jumlah fold lebih kecil, sehingga data testing lebih besar dalam setiap iterasi, yang dapat meningkatkan kemungkinan kesalahan prediksi.
- Untuk $k=5$: Akurasi rata-rata sebesar 98,66%, yang menunjukkan bahwa model bekerja optimal dengan pembagian fold ini.
- Untuk $k=10$: Akurasi rata-rata tetap 98,66%, dengan distribusi data lebih kecil di setiap fold. Hal ini menunjukkan kestabilan model meskipun jumlah fold lebih besar.

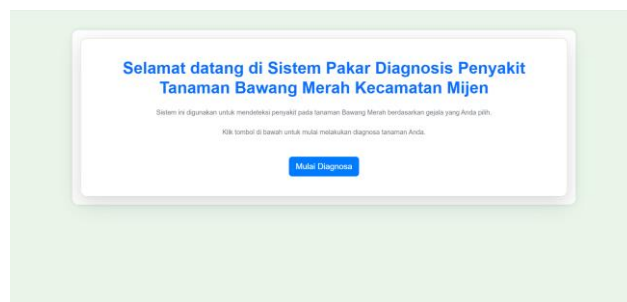
Hasil ini menunjukkan bahwa pengujian dengan cross-validation stabil di berbagai nilai k . Namun, untuk nilai k yang terlalu kecil ($k=3$), akurasi cenderung sedikit menurun karena jumlah data testing lebih besar dalam setiap iterasi.

G. Implementasi

Pada penelitian ini hasilnya di implementasikan dalam sebuah sistem berbasis website.

1) Halaman Utama

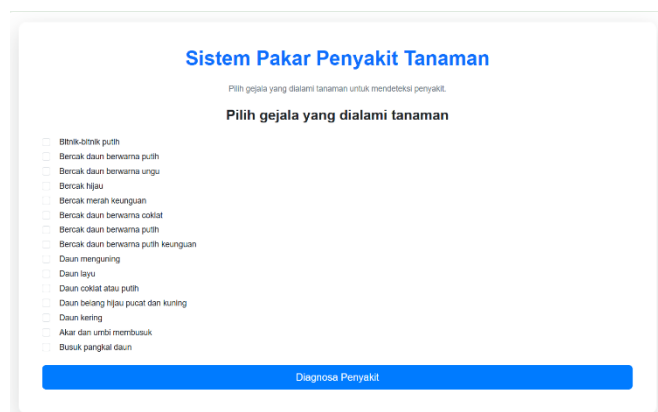
Halaman utama Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Bawang Merah ini dirancang untuk membantu petani mendiagnosis penyakit pada tanaman bawang merah dengan mudah, seperti yang terlihat pada gambar. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk memilih gejala-gejala yang ditemukan pada tanaman, kemudian menganalisisnya untuk memberikan hasil diagnosis yang akurat. Pengguna akan memperoleh informasi terkait kemungkinan penyakit, penyebabnya, serta rekomendasi solusi untuk mengatasi masalah tersebut. Dengan tampilan antarmuka yang sederhana, desain responsif, dan fitur tombol "Mulai Diagnosa" yang mempermudah navigasi, sistem ini sangat membantu petani dalam merawat tanaman mereka secara efektif dan mencegah kerugian akibat.



Gambar 5. Halaman Utama Sistem Pakar

2) Halaman Diagnosis

Halaman hasil diagnosis sistem pakar ini menampilkan kemungkinan penyakit bawang merah berdasarkan gejala yang dipilih pengguna seperti pada gambar 5. Setiap hasil mencakup nama penyakit, tingkat kesesuaian, gejala yang cocok, penyebab, deskripsi, dan solusi. Terdapat juga catatan yang mengingatkan pengguna untuk berkonsultasi dengan ahli pertanian untuk diagnosis yang lebih akurat. Pengguna dapat melakukan diagnosis ulang jika diperlukan. Halaman ini memberikan informasi yang jelas dan komprehensif mengenai penyakit dan penanganannya.



Gambar 6. Halaman Diagnosis Penyakit

3) Halaman Hasil

Halaman ini menampilkan Hasil diagnosis yang ditampilkan pada sistem ini mengintegrasikan metode sistem pakar berbasis forward chaining untuk mengidentifikasi penyakit tanaman berdasarkan gejala yang diberikan pengguna. Dalam proses ini, sistem tidak hanya memberikan satu hasil diagnosis, melainkan menampilkan beberapa kemungkinan penyakit dengan tingkat kesesuaian dalam bentuk persentase. Pendekatan ini membantu dalam menangani ambiguitas atau konflik yang sering terjadi ketika beberapa penyakit memiliki gejala yang serupa.

Sistem ini memprioritaskan penyakit dengan tingkat kesesuaian tertinggi berdasarkan aturan-aturan yang telah ditetapkan dalam basis pengetahuan. Sebagai contoh, jika ada dua atau lebih penyakit dengan gejala yang sama, sistem akan menghitung probabilitas dan menampilkan semua kemungkinan dengan urutan dari yang paling relevan.

Dengan demikian, pengguna dapat memahami kemungkinan penyakit yang diderita tanaman mereka secara lebih komprehensif dan memilih langkah penanganan yang sesuai. Desain halaman ini memudahkan pengguna untuk memahami kondisi tanaman dan langkah-langkah penanganannya seperti pada gambar 6.



Gambar 7. Halaman Hasil Diagnosis Penyakit

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah sistem pakar berbasis web untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman bawang merah di Kecamatan Mijen, Kabupaten Demak, dengan menggunakan metode forward chaining. Berdasarkan hasil pengumpulan data melalui wawancara dengan penyuluh pertanian dan kajian literatur, sistem ini mengidentifikasi lima jenis penyakit utama yang sering menyerang bawang merah, yaitu Bercak Ungu, Embun Bulu, Antrakosa, Mati Pucuk Daun, dan Moler, serta gejala-gejala yang terkait dengan masing-masing penyakit.

Proses pembuatan sistem pakar melibatkan penyusunan aturan diagnosis yang menghubungkan gejala dengan kemungkinan penyakit berdasarkan basis pengetahuan yang dikumpulkan. Metode forward chaining digunakan untuk menelusuri hubungan antara gejala yang dimasukkan pengguna dengan diagnosis penyakit, sehingga memberikan rekomendasi penanganan yang lebih cepat dan akurat.

Hasil pengujian akurasi sistem menunjukkan tingkat kesesuaian yang tinggi, yaitu 93,3%, serta hasil pengujian dengan k-fold cross validation menghasilkan rata-rata akurasi 98,37%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pakar ini dapat diandalkan dalam memberikan diagnosis yang sesuai dengan diagnosis yang diberikan oleh pakar. Dengan implementasi sistem berbasis web, petani dapat mengakses sistem ini secara mudah melalui perangkat komputer atau ponsel, memungkinkan mereka untuk melakukan diagnosis penyakit secara mandiri dan mendapatkan solusi yang lebih efisien tanpa harus selalu berkonsultasi dengan ahli.

Dengan demikian, pengembangan sistem pakar ini dapat menjadi solusi praktis yang membantu petani bawang merah di Kecamatan Mijen untuk mengatasi masalah serangan penyakit secara lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ida Marina, Sri Ayu Andayani, Dinar, and AgnyAkhmad Gimnastiar, "Optimization of Shallot Farming: A Study on the Influence of Production Factors," 2023.
- [2] A. Muttaqin, M. Multazam, and B. Imran, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Bawang Merah Berbasis Web Menggunakan Metode Forward Chaining," *Journal Computer and Technology*, vol. 2, no. 2, 2024, doi: 10.69916/comtechno.v2i2.213.
- [3] K. Kurniawansyah, N. Marthiawati, H., and R. Aryani, "Rancang Bangun Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Pisang Cavendish Dengan Metode Forward Chaining," *Jurnal Ilmiah SINUS*, vol. 21, no. 1, p. 13, Jan. 2023, doi: 10.30646/sinus.v21i1.679.
- [4] Yudi Prayoga and Ahmad, "Sistem Pakar Diagnosa Hama Dan Penyakit Pada Pohon Buah Durian Menggunakan Metode Forward Chaining," *Jurnal Ilmu Komputer dan Science*, pp. 1673–1677, Jul. 2024.
- [5] Muhammad Arif Rahman, Imam Fahrur Rozi, and Mamluatul Hani'ah, "View of Sistem Pakar Diagnosa Hama Peny...Kentang Dengan Metode Forward Chaining," *Jurnal Komitika (Komputasi dan Informatika)*, vol. 8, May 2024.
- [6] P. dan Tantangan Pengembangan Peternakan Terkini untuk Mewujudkan Kedaulatan Pangan, L. Setiana, M. Nuskhi, and dan Surur Hidayat, *Prosiding Seminar Teknologi dan Agribisnis Peternakan VIII-Webinar: Kompetensi Penyuluh Pertanian Dalam Revolusi Industri 4.0 Menuju Pertanian Modern*. [Online]. Available: <http://katam.litbang.pertania.go.id>.
- [7] Julvin Saputri Mendrofa, Martirah Warni Zentrato, Nisiyari Halawa, Elias Elwin Zalukhu, and Natalia Kristiani Lase, "Peran Teknologi dalam Meningkatkan Efisiensi Pertanian," *Tumbuhan : Publikasi Ilmu Sosiologi Pertanian Dan Ilmu Kehutanan*, vol. 1, no. 3, pp. 01–12, Sep. 2024, doi: 10.62951/tumbuhan.v1i3.111.
- [8] N. Rifqi and A. Iskandar, "Perbandingan Metode Dempster Shafer Dan Teorema Bayes Dalam Sistem Pakar Mendiagnosa Moyamoya Disease," *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, vol. 5, no. 1, p. 160, Sep. 2023, doi: 10.30865/json.v5i1.6819.
- [9] J. K. Afriyani, J. Raya, P. Km, and P. Brebes, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Sawi Menggunakan Metode Forward Chaining," 2021.
- [10] Erni, Affandi Agung Laksono, Muchlas Syahlanisyiam, and Perani Rosyani, "View of Sistem Pakar Diagnosa Penyakit kulit Menggunakan Metode Forward Chaining," Jun. 2023.
- [11] "View of Sistem Pakar Cara Mendidik Anak...an Menggunakan Metode Forward Chaining".
- [12] M. Shadeki Roian, F. Badri, O. Melfazen, T. Elektro, and U. Islam Malang, "Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor," *JITS: Jurnal Ilmiah Terapan*, vol. 1, no. 3, pp. 125–131, 2023, doi: 10.25139/jitsi.v1i3.7334.
- [13] Y. Wendra, S. Safaria, and R. Rahim, "Sistem Pakar Untuk Diagnosis Penyakit Autoimun Menggunakan Metode Forward Chaining," *Agustus 2024*, vol. 4, no. 2, pp. 34–39, [Online]. Available: <http://jurnal.goretanpena.com/index.php/teknisi>
- [14] R. Maulidania, D. David, I. D. A. E. Yuliani, S. Kosasi, and G. Syarifudin, "Website Penjualan Pada Gerai Rabbani Pontianak Menggunakan Framework Laravel," *Jikom: Jurnal Informatika dan Komputer*, vol. 14, no. 1, pp. 85–97, Apr. 2024, doi: 10.55794/jikom.v14i1.124.
- [15] Dianmita Ayu Putri, "View of Sistem Pakar Diagnosis Penyakit...n Forward Chaining dan Dempster Shafer," 2019.
- [16] M. L. Aritonang, K. Boro Seminar, N. E. Suyatna, I. Hermadi, and I. Pertanian, "An Expert System For Determining The Use Of Food Additives For Food Products," vol. 9, no. 3, pp. 479–488, 2022, doi: 10.25126/jtiik.202293363.
- [17] N. Bayes Oleh, C. E. Amos Pah, D. Rony Sina, and A. Z. Farhan, "Penerapan Case-Based Reasoning untuk Pendeteksian Penyakit Sapi dengan Algoritma Penerapan Case-Based Reasoning untuk Pendeteksian Penyakit Sapi dengan Algoritma Naïve Bayes," *JUKI: Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 6, 2024.