

Implementasi Sistem Pakar Untuk Diagnosis Penyakit Tomat: Pendekatan Backward Chaining Berbasis Web

Taruma Leo Wijaya^{1,*}, Harfebi Fryonanda¹, Ainil Mardiah¹, Defni¹, Roy Ibrahim²

¹ Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Padang, Padang, Indonesia

² Fakultas Pertanian, Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru, Indonesia

Email: ^{1,*}taruma@pnp.ac.id, ²harfebi@pnp.ac.id, ³ainilmardiah@pnp.ac.id, ⁴defni@pnp.ac.id, ⁵royibrahim@unilak.ac.id

Email Penulis Korespondensi: taruma@pnp.ac.id

Submitted: 19/06/2024; Accepted: 30/06/2024; Published: 30/06/2024

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan sistem pakar dengan menggunakan pendekatan metode backward chaining berbasis web guna membantu petani dalam mendiagnosis dan mengelola penyakit pada tanaman tomat. Penelitian ini diangkat dikarenakan untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman membutuhkan bantuan pakar pertanian sehingga menimbulkan permasalahan pada biaya konsultasi dan petani yang kesulitan mengetahui jenis penyakit pada tanaman tomat akan menimbulkan kerugian bagi petani yang diakibatkan oleh gagal panen. metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode prototype yang dimulai dengan identifikasi masalah melalui pengumpulan data dari literatur, wawancara dengan pakar pertanian, dan observasi lapangan. Data yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan metode backward chaining untuk menelusuri gejala hingga ke penyebab masalah dan memberikan rekomendasi penanganan. Sistem ini diimplementasikan dalam bentuk aplikasi web yang memudahkan akses bagi petani. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pakar ini mampu memberikan diagnosa dan rekomendasi yang akurat dan andal dengan tingkat akurasi dari penelitian ini adalah 85%. Dengan demikian, sistem pakar ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam mengelola tanaman tomat, serta berkontribusi pada peningkatan hasil panen dan kualitas produk pertanian.

Kata Kunci: Backward Chaining; Diagnosa Pertanian; Penyakit Tanaman Tomat; Teknologi Pertanian

Abstract—This study aims to implement an expert system using a web-based backward chaining method approach to help farmers diagnose and manage tomato plant diseases. This study was conducted because diagnosing plant diseases requires the help of agricultural experts, which causes problems with consultation costs and farmers who have difficulty knowing the type of disease in tomato plants will cause losses for farmers due to crop failure. The methodology used in this study is the prototype method which begins with identifying problems through data collection from literature, interviews with agricultural experts, and field observations. The collected data is then analyzed using the backward chaining method to trace symptoms to the cause of the problem and provide recommendations for handling. This system is implemented in the form of a web application that facilitates access for farmers. The results of the study show that this expert system is able to provide accurate and reliable diagnoses and recommendations with an accuracy level of this study of 85%. Thus, this expert system is expected to improve farmers' knowledge and skills in managing tomato plants, as well as contribute to increasing yields and the quality of agricultural products.

Keywords: Backward Chaining; Agricultural Diagnosis; Tomato Plant Diseases; Agricultural Technology

1. PENDAHULUAN

Indonesia disebut juga sebagai Negara Agraris, dimana Sebagian besar dari penduduknya bekerja dibidang pertanian[1]. Pertanian memiliki peran yang penting dalam pemenuhan pasokan pangan nasional[2]. Kualitas hasil pertanian dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kemampuan petani dalam pemilihan benih yang tepat, pengendalian hama dan penyakit, dan proses panen[3]. Indonesia memiliki iklim tropis, curah hujan tinggi, dan tanah yang subur, sehingga cocok untuk berbagai jenis tanaman[4], termasuk tomat. Tomat (*Solanum lycopersicum* syn. *Lycopersicum esculentum*) bukan hanya sebagai sayuran harian, tetapi juga bahan baku untuk berbagai produk seperti saus, jus, dan pewarna makanan[5]. Tomat memiliki berbagai keunggulan gizi yang penting bagi tubuh manusia, seperti karbohidrat, lemak, protein, dan kalori yang dibutuhkan untuk aktivitas fisik dan mental[6]. Tanaman tomat dapat tumbuh hingga ketinggian 1 hingga 3 meter[7], dengan buah yang berwarna-warni seperti hijau, kuning, dan merah[8]. Meskipun memiliki siklus hidup singkat, tanaman tomat sering mengalami masalah yang menghambat hasil panennya, terutama terkait dengan serangan penyakit[9].

Penyakit tanaman tomat menjadi faktor utama penyebab penurunan produksi dan kualitas panen. Beberapa penyakit umum pada tanaman tomat meliputi bercak coklat pada daun, busuk daun, layu Fusarium, layu bakteri, kapang daun, dan busuk ujung buah[9][10]. Tingkat pengetahuan petani dalam mengenali dan mengatasi penyakit-penyakit ini masih tergolong rendah[11], sehingga sering kali intervensi yang dilakukan hanya sebatas pencegahan dengan menggunakan pestisida, insektisida, atau fungisida secara umum. Keterbatasan akses terhadap ahli pertanian juga menjadi kendala utama dalam penanganan penyakit tanaman. Seperti konsultasi dengan ahli akan menimbulkan biaya dan waktu yang cukup tinggi, sehingga tidak selalu dapat dilakukan oleh para petani[12]. Untuk mengatasi permasalahan ini, pengembangan sistem pendukung keputusan menjadi solusi yang menjanjikan. Sistem pendukung keputusan merupakan aplikasi komputer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah seperti yang dilakukan oleh seorang ahli dalam bidang tertentu[13]. Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pendukung keputusan dengan menggunakan pendekatan backward chaining dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman tomat.

Banyak metode yang bisa digunakan dalam system pendukung keputusan ini seperti Backward Chaining[14][15][16][17][18], Forward Chaining[19], Bayes[9][20], dan banyak lagi lainnya. Dalam penelitian ini, metode Backward Chaining dipilih karena dianggap paling efektif dalam menangani kasus ini. Metode ini dimulai dengan membangun hipotesis yang kemudian diuji kebenarannya melalui serangkaian pertanyaan yang saling terkait, dengan fokus pada mencapai tujuan akhir yang telah ditetapkan sebelumnya[15], [18]. Pendekatan ini telah terbukti memberikan hasil yang baik dalam sistem pendukung keputusan untuk diagnosa penyakit pada tanaman padi[18] dan Vrikshayurveda (Pengetahuan India kuno tentang tanaman)[14]. Dengan menerapkan pendekatan ini pada sistem pendukung keputusan untuk penyakit tanaman tomat, diharapkan sistem dapat memberikan diagnosa yang akurat dan rekomendasi yang tepat. Hal ini diharapkan dapat membantu dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen, serta mengurangi kerugian akibat gagal panen yang disebabkan oleh penyakit tanaman.

Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam mengelola tanaman tomat secara efektif dan berkelanjutan. Selain itu, dapat mendukung ketahanan pangan nasional melalui peningkatan produktivitas sektor pertanian, khususnya dalam budidaya tanaman tomat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode prototype yang memiliki tahapan dalam penelitiannya yaitu: Requirement analysis(analisis kebutuhan), Quick design, Build prototype, User evaluation, Refining prototype dan Implementasi product and maintain

2.1 Analisis Kebutuhan

Tahapan ini adalah awal dalam implementasi sistem pakar untuk tanaman tomat menggunakan metode backward chaining. Proses ini dimulai dengan pengumpulan data mengenai gejala-gejala yang sering terjadi pada tanaman tomat, seperti perubahan warna daun, bintik-bintik pada buah, dan pertumbuhan yang terhambat, yang diperoleh dari literatur ilmiah, wawancara dengan pakar pertanian, dan observasi lapangan. Gejala-gejala ini kemudian dikategorikan ke dalam penyakit, serangan hama, dan defisiensi nutrisi untuk mempermudah analisis. Menggunakan backward chaining, gejala-gejala tersebut dianalisis untuk menelusuri penyebab masalah berdasarkan aturan-aturan dalam basis pengetahuan, dan hasil analisis di validasi oleh pakar pertanian untuk memastikan akurasi. Data yang telah tervalidasi diintegrasikan ke dalam sistem, sehingga SPK dapat memberikan rekomendasi yang cepat dan tepat untuk membantu petani dalam mengelola tanaman tomat secara efektif..

2.2 Quick Design

Pada tahapan *quick design* terlebih dahulu dilakukan dengan melakukan pengumpulan data. dimana data yang akurat dan komprehensif menjadi dasar bagi sistem untuk memberikan rekomendasi yang tepat. Proses pengumpulan data dimulai dengan studi literatur dari berbagai sumber ilmiah yang mencakup jurnal, buku, dan laporan penelitian yang relevan. Informasi dari literatur ini memberikan gambaran umum tentang berbagai masalah yang sering dihadapi oleh tanaman tomat, seperti penyakit, serangan hama, dan defisiensi nutrisi. Selain itu, wawancara mendalam dengan pakar pertanian dilakukan untuk mendapatkan wawasan praktis dan pengalaman langsung terkait identifikasi dan penanganan masalah pada tanaman tomat. Observasi lapangan juga dilakukan untuk mengumpulkan data empiris mengenai gejala-gejala yang muncul di berbagai kondisi lingkungan. Seluruh data yang terkumpul kemudian dianalisis dan disusun dalam basis pengetahuan yang akan digunakan oleh mesin inferensi backward chaining untuk menelusuri dan menentukan solusi yang tepat berdasarkan gejala yang diidentifikasi. Pendekatan multi-sumber ini memastikan bahwa sistem memiliki dasar data yang kuat dan dapat memberikan rekomendasi yang valid dan andal kepada petani.

2.3 Build Prototype

Setelah data gejala dikumpulkan, langkah berikutnya melakukan *build prototype* dengan terlebih dahulu menganalisis data tersebut untuk mengidentifikasi pola dan hubungan yang dapat mengarah pada diagnosis yang akurat. Proses analisis dimulai dengan mengkategorikan gejala-gejala berdasarkan jenis masalah, seperti penyakit, serangan hama, atau defisiensi nutrisi. Setiap kategori dianalisis lebih lanjut menggunakan aturan-aturan yang ada dalam basis pengetahuan sistem. Metode backward chaining digunakan untuk bekerja mundur dari gejala yang teramati menuju penyebab yang mungkin, dengan menguji setiap kemungkinan berdasarkan data yang ada. Sebagai contoh, jika daun tanaman tomat menguning, sistem akan mengevaluasi kemungkinan penyebab seperti layu fusarium, defisiensi nitrogen, atau serangan hama tertentu, berdasarkan gejala tambahan dan kondisi lingkungan. Proses ini melibatkan verifikasi silang dengan data validasi dari pakar pertanian untuk memastikan bahwa analisis yang dilakukan sesuai dengan kenyataan di lapangan. Hasil dari analisis ini kemudian digunakan untuk memperbaiki dan memperkuat basis pengetahuan sistem, sehingga sistem pakar ini dapat memberikan rekomendasi yang semakin akurat dan efektif. Dengan analisis data yang tepat, sistem dapat membantu petani dalam mengidentifikasi dan mengatasi masalah pada tanaman tomat dengan lebih cepat dan tepat.

Pada tahapan *build prototype* dimulai dengan menghitung perhitungan proporsi penyakit sebagai masukan untuk metode backward chaining. Pada tahapan ini akan dilakukan pengolahan data gejala yang telah dikumpulkan

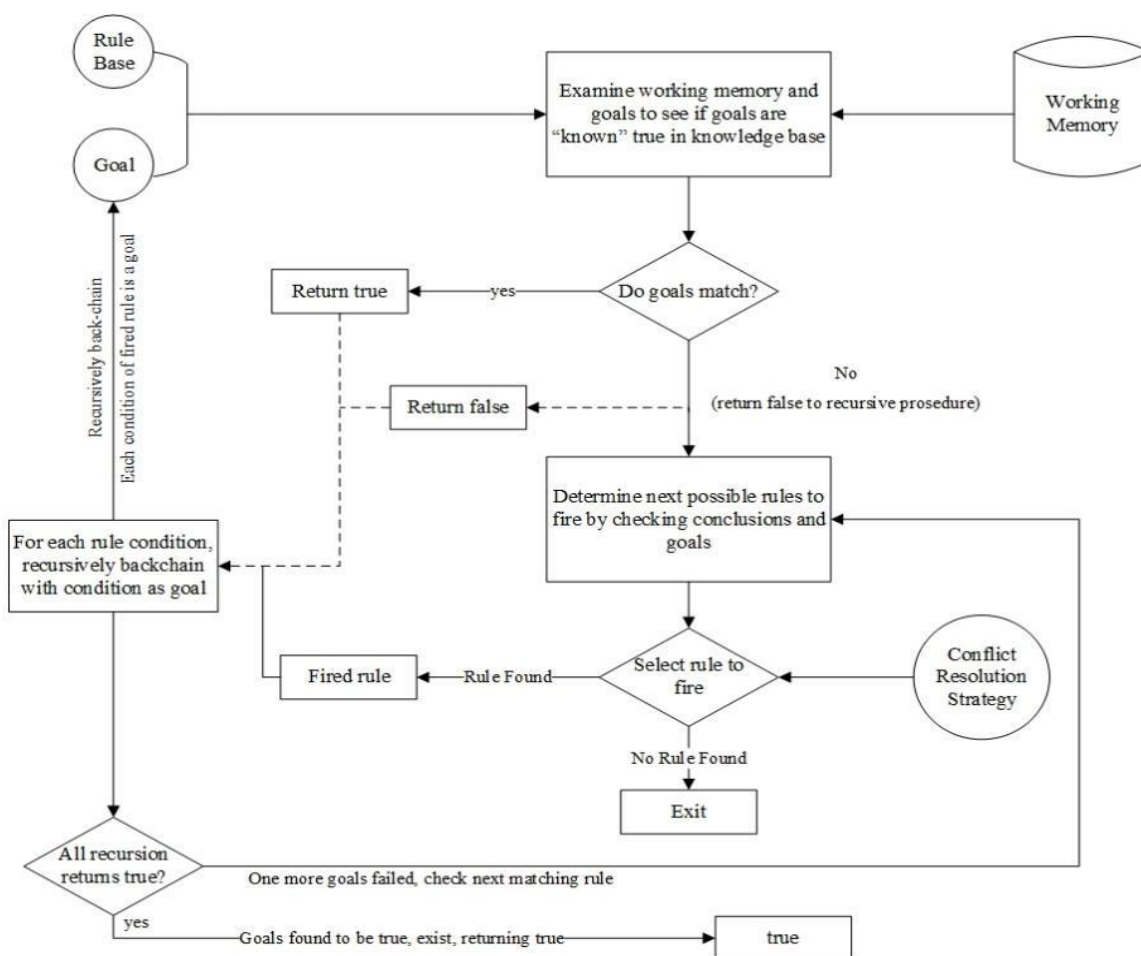
untuk menentukan persentase atau proporsi masing-masing penyakit dalam populasi data. Dengan tujuan untuk mengetahui kemungkinan terkena penyakit yang dilakukan sebuah penerapan rumus yaitu rumus proporsi. Perhitungan dilakukan melalui poin dari pertanyaan yang dijawab. Pada penelitian ini untuk menentukan kemungkinan tanaman tomat terkena penyakit dilakukan penerapan rumus yaitu rumus proporsi seperti pada persamaan 1.

$$\text{proporsi} = \frac{x}{y} 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

x merupakan jumlah bobot atau jumlah nilai yang didapatkan dari pertanyaan-pertanyaan yang dipilih oleh pengguna. Sedangkan y adalah jumlah bobot atau nilai dari keseluruhan pertanyaan. Nilai proporsi yang didapat dari gejala yang dipilih bisa saja bersifat benar dan salah, sehingga untuk setiap penyakit yang diprediksi bisa memiliki dua nilai proporsi, yaitu nilai proporsi benar dan salah. Nilai proporsi benar adalah jumlah nilai dari gejala yang benar untuk penyakit tertentu dan nilai proporsi salah adalah jumlah nilai yang salah dari gejala yang salah untuk penyakit tertentu.

Pada penetapan metode backward chaining yang kemudian dilakukan tahapan pemodelan dan pembuatan rule yang digunakan dalam tahapan berikutnya. Backward chaining adalah proses kebalikan dari forward chaining, dimulai dari kesimpulan dan hipotesis bahwa kesimpulan tersebut benar. Identifikasi dan penempatan fakta syarat IF dilakukan untuk membentuk kesimpulan yang benar. Aturan dipilih untuk menguji kebenaran semua syarat IF, dan kesimpulan dicapai. Jika ada syarat yang salah, aturan dibuang dan aturan berikutnya diambil sebagai hipotesis kedua. Jika tidak ada fakta yang memastikan kebenaran atau kesalahan syarat IF, pencarian aturan dilanjutkan untuk mencapai kesimpulan yang sesuai dengan syarat IF. Proses ini berlanjut hingga aturan ditemukan untuk mencapai kesimpulan yang benar[21]. Alur proses pencarian fakta dan pembuktian kesimpulan backward chaining dijelaskan pada Gambar 1.



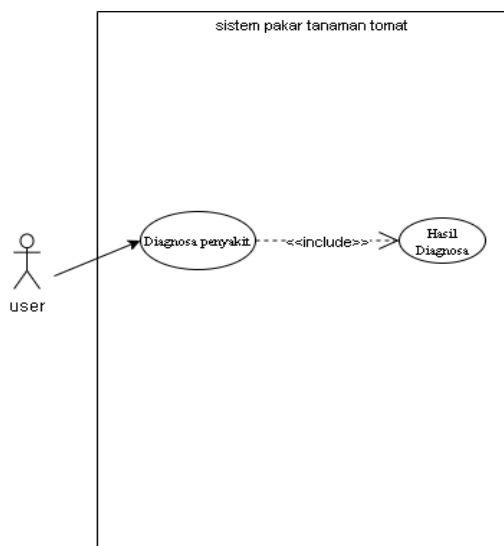
Gambar 1. Flowchart Backward Chaining

Setelah dilakukan pemetaan selanjutnya buatlah prototype sistem yang dimulai dari tahapan desain sistem. yang dimulai dari pembuatan activity diagram dan use case diagram. Tujuan dari pembuatan activity diagram dan use

case diagram adalah untuk menjadi gambaran dari sebuah sistem dan juga menjelaskan langkah-langkah dalam penggunaan system.

2.3.1 Use Case Diagram

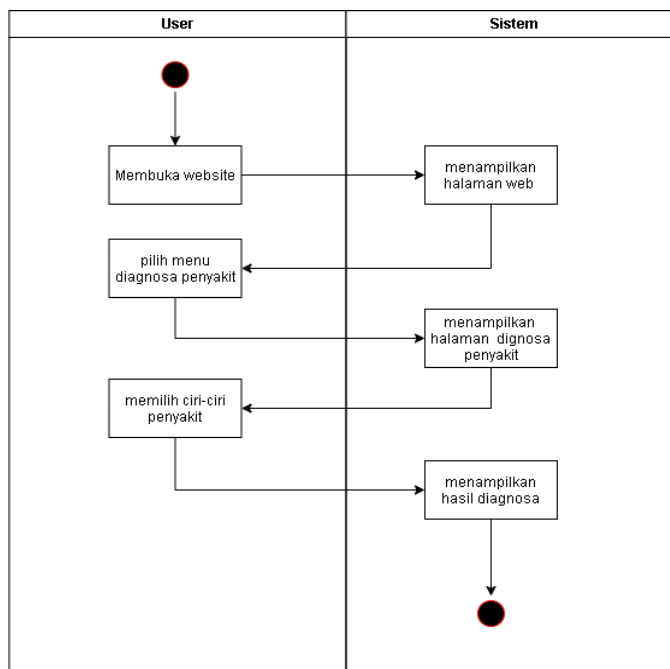
Usecase pada Gambar 2 menjadi gambaran interface dari sebuah sistem yang akan di buat serta mengidentifikasi siapa yang dapat menggunakan sistem dan apa yang dilakukan oleh sistem.



Gambar 2. Use Case Diagram

2.3.2 Activity Diagram

Activity Diagram pada Gambar 3 menjelaskan urutan atau langkah-langkah dalam penggunaan system.



Gambar 3. Activity Diagram

2.4 User evaluation

Pada fase ini, dilakukan tahap mendengar masukan dari user mengenai sistem yang dirancang terutama pada sistem pakar berbasis website dengan menggunakan metode backward chaining. perbaikan yang dilakukan terutama pada tampilan graphical user interface untuk memudahkan pola interaksi dengan pengguna.

2.5 Implementasi sistem

Pada tahapan implementasi dilakukan dengan mengimplementasikan sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit dengan menggunakan metode backward chaining berbasis web. selanjutnya pada tahapan ini juga dilakukan sosialisasi

kepada petani dalam menggunakan sistem ini. Pada saat pengimpelemntasian dilakukan pengujian untuk fungsionalitas sistem dengan menggunakan pengujian Black Box.

2.6 Pemeliharaan sistem

Tahapan pemeliharaan dilakukan dengan melakukan pengujian sistem secara berkala dan melakukan update dan perbaikan terhadap sistem terutama untuk tampilan yang memudahkan bagi petani dalam menggunakannya dan juga menambahkan informasi baru tentang penyakit tomat yang belum tercakup di dalam sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Basis Pengetahuan

Perumusan basis pengetahuan dimulai dengan menyimpulkan jenis penyakit tanaman tomat dan gejala-gejala dari penyakit tanaman tomat. Dalam penelitian ini terdapat 6 penyakit dan 15 gejala yang akan diolah menjadi basis pengetahuan. Data penyakit dan gejala tanaman tomat dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Penyakit Tanaman Tomat

ID	Penyakit
P001	Bercak Coklat
P002	Busuk Daun
P003	Layu Fusarium
P004	Layu Bakteri
P005	Kapang Daun
P006	Busuk Ujung Buah

Tabel 2. Gejala Penyakit Tanaman Tomat

ID	Gejala
G001	Bercak berwarna coklat hingga kehitaman
G002	Bercak berbentuk lingkaran kosentris dengan jalur halo berwarna kuning
G003	Bercak berwarna abu-abu pada daun yang berdimensi besar dengan bagian tengahnya agak hitam serta basah
G004	Busuk di bagian leher pangkal dann berwarna hitam
G005	Umbi yang membusuk dan berwarna abu-abu atau hitam
G006	Layu
G007	Pada daun bagian bawah menjadi kuning
G008	Tumbuhan menjadi kerdil
G009	daun menggulung ke bawah
G010	akar adventif sepanjang batang tomat
G011	akar dan pangkal batang membusuk, berwarna kehitaman, dan kulitnya mengelupas
G012	Pada daun bagian atas terdapat bercak pucat
G013	Pada daun memiliki spora yang awalnya berwarna kelabu muda. Lalu menjadi coklat atau hijau kekuning-kuningan
G014	Pada buah meiliki bercak kecil yang berwarna coklat,membesar dan menjadi cekung
G015	buah akan busuk dan rontok

Dari tabel jenis penyakit dan gejala penyakit tanaman tomat diatas, kemudian disimpulkan ke dalam satu tabel relasi data. Tujuannya adalah untuk memudahkan ketika membuat kaidah aturan atau basis pengetahuan. Tabel relasi jenis dan gejala penyakit tanaman tomat terdapat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Relasi Jenis dan Gejala Penyakit Tanaman Tomat

ID Gejala	P001	P002	P003	P004	P005	P006	Bobot
G001	✓						1
G002	✓						1
G003		✓					1
G004		✓					1
G005		✓					1
G006			✓	✓			1
G007			✓				1
G008			✓				1
G009			✓				1
G010			✓				1

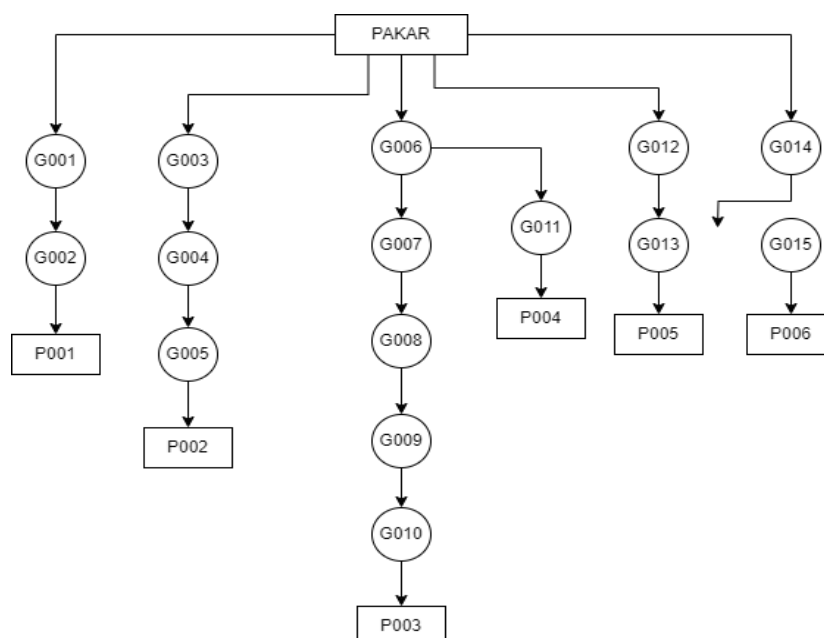
G011	✓			1
G012		✓		1
G013		✓		1
G014			✓	1
G015			✓	1

Setelah didapatkan relasi antara jenis dan gejala penyakit tanaman tomat, langkah selanjutnya adalah membuat basis pengetahuan backward chaining. Basis pengetahuan backward chaining terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Basis Pengetahuan Backward Chaining

Penyakit	Rule
Rule 1 : P001	IF G001 AND G002 THEN True
Rule 2 : P002	IF G003 AND G004 AND G005 THEN True
Rule 3 : P003	IF G006 AND G007 AND G008 AND G009 AND G010 THEN True
Rule 4 : P004	IF G006 AND G011 THEN True
Rule 5 : P005	IF G012 AND G013 THEN True
Rule 6 : P006	IF G014 AND G015 THEN True

Alur pencarian berdasarkan basis pengetahuan diatas dapat dirumuskan ke dalam pohon pencarian pada Gambar 4.



Gambar 4. Pohon Pencarian Sistem pendukung keputusan

Perhitungan akurasi untuk diagnosa penyakit tomat dengan menggunakan backward chaining adalah sebagai berikut ini:

a. Skenario:

Sistem pakar diagnosis penyakit tomat diuji dengan 100 kasus penyakit tomat. Dari 100 kasus tersebut, 85 kasus didiagnosis dengan benar oleh sistem pakar. 15 kasus didiagnosis dengan salah oleh sistem pakar.

b. Analisis Metrik:

Untuk skenario analisis metrik pada penelitian ini adalah dengan menggunakan Confusion Matrix. Confusion Matrix ini akan digunakan sebagai nilai patokan kelayakan untuk menghitung nilai akurasi atau nilai ketepatan dari sistem pakar yang telah dirancang. Skenario Confusion Matrix terbagi menjadi empat tipe, yaitu gejala yang benar dan terdiagnosa benar oleh sistem pakar (TP), gejala yang benar dan terdiagnosa salah oleh sistem pakar (TN), gejala yang salah dan terdiagnosa benar oleh sistem pakar (FP) dan gejala yang salah dan terdiagnosa salah oleh sistem pakar (FN). Dari skenario diatas maka didapatkan tabel Confusion Matrix berikut:

Tabel 5. Hasil Pengujian Confusion Matrix

Jenis Identifikasi	TP	TN	FP	FN
Kasus penyakit tomat yang didiagnosa benar oleh sistem pakar	85	0	0	15

Berdasarkan hasil confusion matrix diatas perhitungan nilai akurasi dapat dilakukan seperti di bawah:

$$Akurasi = \left(\frac{\text{Jumlah diagnosis benar}}{\text{Jumlah total diagnosis}} \right) \times 100\% = \left(\frac{85}{100} \right) \times 100\% = 85\%$$

c. Interpretasi:

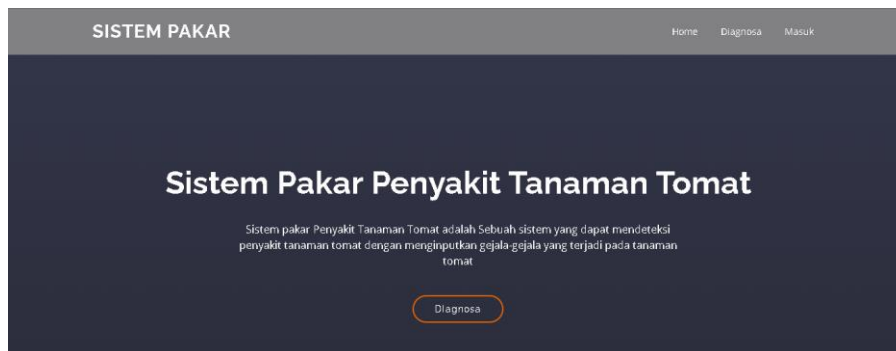
Sistem pakar memiliki tingkat akurasi 85%, yang berarti dapat mendiagnosis penyakit tomat dengan benar pada 85 dari kasus dari 100 kasus yang didiagnosa. Sehingga bisa dikatakan bahwa sistem pakar telah mampu mendiagnosa penyakit tanaman tomat dengan baik.

3.2 Implementasi Aplikasi

Implementasi aplikasi dirancang berbasis website. Berikut tampilan halaman aplikasi.

a. Tampilan Utama

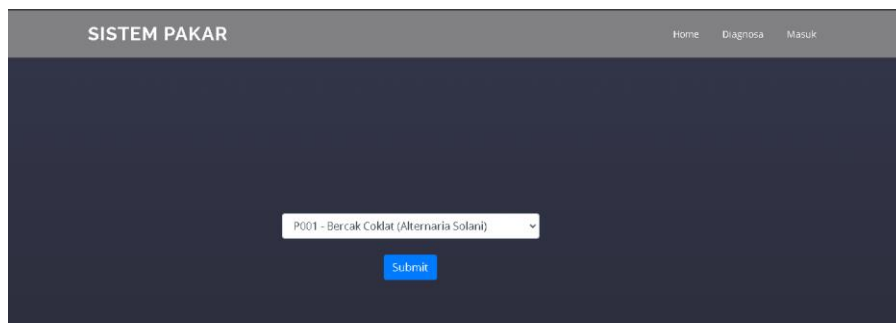
Gambar 5 merupakan Halaman Utama adalah tampilan halaman pertama ketika pengguna mengakses aplikasi.



Gambar 5. Halaman Utama

b. Tampilan Fitur Diagnosa

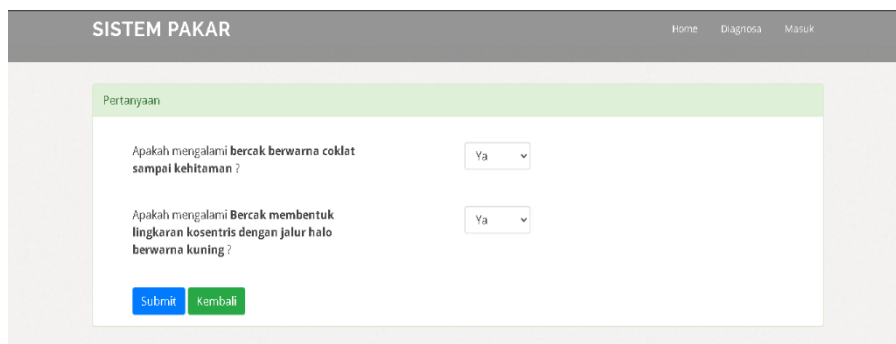
Pada Gambar 6 merupakan halaman fitur diagnosa menampilkan beberapa tampilan halaman yaitu halaman pemilihan penyakit, tampilan halaman pertanyaan dan tampilan halaman hasil. Pada halaman pemilihan penyakit menampilkan pilihan dari beberapa penyakit yang terdapat pada penyakit tomat.



Gambar 6. Halaman Fitur Diagnosa

c. Tampilan Halaman Pertanyaan

Pada Gambar 7 merupakan halaman pertanyaan berisi pertanyaan gejala apa yang terjadi pada tanaman tomat sesuai penyakit yang di pilih sebelumnya. Pada setiap pertanyaan memiliki bobot yang akan di hitung dengan rumus proporsi.



Gambar 7. Halaman Pertanyaan

d. Tampilan Halaman Hasil Diagnosa

Pada Gambar 8 merupakan halaman hasil menampilkan kemungkinan terkena penyakit yang dihasilkan dari perhitungan dengan rumus proporsi, gejala yang dialami dan bobotnya, penyebab serta solusi.

SISTEM PAKAR		
		Home Diagnosa Masuk
Hasil Diagnosa		
Kemungkinan Anda mengidap penyakit Bercak Coklat (Alternaria Solani) dengan tingkat kemungkinan 100% .		
No	Gejala yang dialami	Poin Gejala
1	bercak berwarna coklat sampai kehitaman	25
2	Bercak membentuk lingkaran konsentris dengan jalur halo berwarna kuning	25
Penyebab		Solusi
jamur patogen yang menyebabkan penyakit pada tanaman.		- Kultur teknis : penggunaan benih sehat, untuk mencegah terbawanya jamur oleh biji dapat dilakukan disinfestasi benih. - Pengendalian fisik/mekanis : mengeradikasi tanaman terserang dengan cara dicabut dan dimusnahkan. - Pengendalian kimiawi : apabila kerusakan tanaman > 25%, dapat diaplikasikan fungisida efektif, terdaftar dan diizinkan menteri pertanian.

Gambar 8. Halaman Hasil Diagnosa

4. KESIMPULAN

Melalui proses identifikasi masalah, pengumpulan data dari berbagai sumber, dan analisis data yang komprehensif, sistem ini mampu memberikan rekomendasi yang akurat dan andal berdasarkan gejala yang teramati pada tanaman tomat. Pada penelitian ini menggunakan metode prototype dengan tingkat akurasi dari hasil penelitian dari penerapan metode ini adalah sebesar 85%. Metode backward chaining dipilih karena kemampuannya untuk bekerja secara efektif dengan hipotesis yang telah ditentukan, memfokuskan pencarian solusi pada tujuan yang telah ditetapkan. Implementasi sistem berbasis web mempermudah akses dan penggunaan oleh petani, memungkinkan mereka untuk dengan cepat mendapatkan diagnosa dan rekomendasi penanganan yang tepat. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam mengidentifikasi dan mengatasi penyakit pada tanaman tomat, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan hasil panen dan kualitas produk pertanian. Dengan adanya sistem pakar ini, kendala keterbatasan jumlah pakar pertanian dan biaya konsultasi dapat diatasi, sehingga petani dapat lebih mandiri dalam mengelola tanaman mereka. Sistem ini juga menunjukkan bahwa teknologi informasi dapat berperan signifikan dalam sektor pertanian, memberikan solusi praktis untuk masalah-masalah yang dihadapi oleh petani. Keberhasilan sistem ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut, termasuk integrasi dengan teknologi sensor IoT dan perluasan basis pengetahuan untuk mencakup lebih banyak jenis penyakit dan hama tanaman.

REFERENCES

- [1] Sekretariat Kabinet Republik Indonesia, "Indonesia Negara Agraris dan Maritim, tapi Banyak Petani dan Nelayan Belum Sejahtera." Accessed: Feb. 13, 2024. [Online]. Available: <https://setkab.go.id/indonesia-negara-agraris-dan-maritim-tapi-banyak-petani-dan-nelayan-belum-sejahtera/>
- [2] Kementerian Pertanian, "Rencana Strategis Kementerian Pertanian Tahun 2020-2024," *Salinan Keputusan Menteri Pertan. Republik Indones.*, pp. 1–161, 2021.
- [3] B. Riansyah, D. Kurniawan, and M. Same, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kopi Menggunakan Metode Dempster Shafer," *J. Komputasi*, vol. 9, no. 1, 2021, doi: 10.23960/komputasi.v9i1.2420.
- [4] L. Subagiyo, Herliani, Sudarman, and Z. Haryanto, *Literasi Hutan Tropis Lembab & Lingkungannya*, vol. 53, no. 9. Samarinda: Mulawarman University Press, 2019.
- [5] I. Surya, K. Idris, and A. Bode, "Klasifikasi Jenis Buah Tomat Menggunakan Covolutional Neural network," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 2, 2023.
- [6] D. A. Luta, "Peningkatan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat Akibat Aplikasi Kompos dan Pupuk Organik Cair," *J. Agrium*, vol. 23, no. 1, 2020.
- [7] R. N. Kholifah and Suparti, "Pertumbuhan Tanaman Tomat dengan Pemberian Vitamin B1 dan Hormon Giberelin," *Semin. Nas. Pendidik. Biol. dan Saintek*, pp. 225–213, 2022.
- [8] I. D. M. Subrata, A. Z. Ramadhan, and A. Sutejo, "Pengembangan Sistem Pendeteksi Mutu Buah Tomat Cherry Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor Optis TCS230," *J. Ilm. Rekayasa Pertan. dan Biosist.*, vol. 10, no. 2, pp. 171–183, 2022, doi: 10.29303/jrpb.v10i2.389.
- [9] Y. F. Tefa, D. Nababan, Y. O. L. Rema, and H. H. Ullu, "Implementasi Teorema Bayes pada Sistem Pakar untuk Mendiagnosis Penyakit pada Tanaman Tomat," *J. Saintek Lahan Kering*, vol. 5, no. 2, pp. 44–47, 2023, doi: 10.32938/slk.v5i2.2010.
- [10] Dinas Pertanian Tulang Bawang, "Pengendalian Penyakit Pada Tanaman Tomat." 2021. [Online]. Available: <https://distani.tulangbawangkab.go.id/news/read/3572/pengendalian-penyakit-pada-tanaman-tomat>



- [11] F. D. Hasanah, "Perilaku Petani Dalam Penggunaan Pesticida Pada Budidaya Tanaman Sayuran Di Nagari Sungai Nanam Kecamatan Lembah Gumanti Kabupaten Solok," Universitas Andalas, 2022.
- [12] M. A. Yulianto, "Penerapan Metode Forward Chaining Dalam Sistem Pakar Untuk Diagnosa Hama Dan Penyakit Tanaman Tomat," 2019.
- [13] D. Ranti, A. Desiani, S. Yahdin, and S. Lamin, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Lambung Menggunakan Metode Certainty Factor," *J. Teknol.*, vol. 23, no. 2, 2023, doi: 10.30811/teknologi.v23i2.3887.
- [14] L. B. Ranavavare and S. Chitnis, "Technology from traditional knowledge - Vrikshayurveda-based expert system for diagnosis and management of plant diseases," *J. Ayurveda Integr. Med.*, vol. 15, no. 1, p. 100853, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.jaim.2023.100853.
- [15] I. M. D. Herdiawirana, I. M. Putrama, and I. M. A. Wirawan, "Pengembangan Web Semantik Silsilah Keluarga Kawitan Nararya Dalem Benculuk Tegeh Kori Dengan Metode Forward Chaining Dan Backward Chaining," *J. Nas. Pendidik. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 1, 2019, doi: 10.23887/janapati.v8i1.13470.
- [16] M. Christina *et al.*, "Rancang Bangun Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kelapa Menggunakan Metode Backward Chaining," *J. Teknol. Komput. dan Sist. Informasi* Februari 2021, vol. 1, no. 1, pp. 19–26, [Online]. Available: <http://jurnal.goretanpena.com/index.php/teknisi>
- [17] Y. Mulyani, M. Komarudin, Pariyem, and Herydian, "Sistem pakar diagnosis hama dan penyakit pada tanaman lada menggunakan metode backward chaining berbasis android," *Pros. Semin. Nas. Ilmu Tek. Dan Apl. Ind. Fak. Tek. Univ. Lampung*, vol. 3, 2020.
- [18] A. M. Tambunan, S. R. Siringoringo, R. Aruan, P. I. Aisyah, and D. Sitanggang, "An expert system for diagnosing plant diseases using certainty factor and backward chaining based on android," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1230, no. 1, p. 012075, Jul. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1230/1/012075.
- [19] M. Saiful and A. Muliawan Nur, "Application of Expert System with Web-Based Forward Chaining Method in Diagnosing Corn Plant Disease," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1539, no. 1, p. 012019, May 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1539/1/012019.
- [20] A. A. Bukhori, A. R. Matondang, and J. Hidayati, "Pest Control and Palm Oil Plant Disease by Application of Expert System," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, pp. 380–384, 2020, doi: 10.1145/3400934.3401003.
- [21] E. Darnila, M. Maryana, K. Mawardi, M. Sinambela, and I. Pahendra, "Supervised models to predict the Stunting in East Aceh," *Int. J. Eng. Sci. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 33–39, 2022, doi: 10.52088/ijesty.v2i3.280.