Walisongo Journal of Information Technology
Vol 8 No 1 (2026): 13-30. DOI: 10.21580/wjit.2024.8.1.23937
ISSN 2715-0143 (online) | 2714-9048 (printed)

Perancangan Sistem Pakar Untuk Mengidentifikasi Hama dan Penyakit Pada Tanaman Bawang Merah Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web

Achrijal Shohib Arya Syifa[1], Muhammad Raihan Mahardika[2], Heti Aprilianti[3], Indira Alifia Putri[4]
[1234] Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Corresponding Author: indiraalifiaputri522@icloud.com

Abstract: *Shallot cultivation faces challenges from various pests and diseases that can affect crop growth and productivity. Identifying these problems based on observable symptoms is important for determining appropriate management measures. This study aims to develop a web-based expert system for identifying pests and diseases in shallot plants using the forward chaining method. The system was developed using PHP and MySQL, with a knowledge base comprising pest and disease categories, symptoms, diagnostic rules, and recommended management measures. The inference process applies IF–THEN rules to match user-selected symptoms with the conditions represented in the knowledge base and generate diagnostic results. System validity was evaluated by comparing the system's diagnostic outputs with diagnoses provided by an agricultural expert across nine test cases. The evaluation table reports agreement between the system and expert diagnoses in all nine cases, although some cases produce multiple candidate diagnoses with different matching percentages. These findings indicate that the system can support preliminary identification of shallot pests and diseases based on the implemented knowledge base. Further evaluation using a larger and more diverse set of test cases is needed to establish diagnostic accuracy and assess the system's reliability. The system is intended to support farmers in recognizing potential crop problems and obtaining relevant management information.*

Keyword: *expert system, forward chaining, shallot plants, pest and disease identification, web-based system.*

Copyright © 2026 Walisongo Journal of Information Technology

Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

1. Pendahuluan

Bawang merah merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki peran penting dalam sektor pertanian Indonesia. Dalam proses budidayanya, tanaman bawang merah menghadapi berbagai kendala, termasuk serangan hama dan penyakit yang dapat mengganggu pertumbuhan serta menurunkan kualitas hasil panen. Permasalahan tersebut membutuhkan penanganan yang didasarkan pada identifikasi gejala secara tepat agar tindakan pengendalian yang dipilih sesuai dengan gangguan yang terjadi. Penelitian (Fatah et al., 2023) menunjukkan bahwa sistem pakar dapat dimanfaatkan untuk membantu mengidentifikasi hama dan penyakit pada tanaman bawang merah berdasarkan gejala yang diamati. Oleh karena itu, dukungan

teknologi informasi diperlukan untuk mempermudah akses terhadap pengetahuan mengenai gangguan tanaman dan alternatif penanganannya.

Salah satu kendala dalam identifikasi hama dan penyakit tanaman adalah kebutuhan akan pengetahuan yang memadai untuk menghubungkan gejala yang terlihat dengan kemungkinan penyebabnya. Gejala yang muncul pada tanaman perlu ditafsirkan berdasarkan pengetahuan yang relevan, sehingga penentuan jenis gangguan tidak hanya mengandalkan dugaan. Penelitian (Ardiansyah et al., 2017) mengembangkan sistem pakar berbasis Android untuk mengidentifikasi hama dan penyakit bawang merah menggunakan metode forward chaining. Sistem tersebut menyediakan proses konsultasi berdasarkan gejala dan menyajikan hasil identifikasi beserta informasi pengendaliannya. Sementara itu, (Sasmito, 2017) menerapkan teknik inferensi forward chaining dan backward chaining untuk diagnosis hama dan penyakit pada tanaman hortikultura, termasuk bawang merah dan cabai. Kedua penelitian tersebut memperlihatkan bahwa pendekatan sistem pakar dapat digunakan untuk menyajikan pengetahuan diagnosis tanaman melalui aplikasi komputer.

Sistem pakar merupakan sistem berbasis pengetahuan yang dirancang untuk membantu menyelesaikan permasalahan pada bidang tertentu dengan menerapkan pengetahuan dan aturan penalaran. Dalam konteks pertanian, pengetahuan yang digunakan dapat mencakup jenis hama atau penyakit, karakteristik gejala, serta hubungan antara gejala dan kemungkinan diagnosis. Salah satu metode inferensi yang dapat digunakan adalah forward chaining, yaitu penalaran yang dimulai dari fakta atau kondisi awal, kemudian menelusuri aturan yang sesuai untuk memperoleh kesimpulan. Penerapan metode ini pada sistem diagnosis tanaman telah dilaporkan dalam penelitian (Fatah et al., 2023) , yang mengembangkan sistem pakar berbasis aturan untuk tanaman bawang merah dan cabai. Penelitian tersebut melaporkan tingkat akurasi sebesar 90% berdasarkan pengujian yang dilakukan. Hasil tersebut menunjukkan potensi pendekatan berbasis aturan, tetapi kinerja setiap sistem tetap perlu dievaluasi berdasarkan basis pengetahuan dan prosedur pengujiannya masing-masing.

Penerapan forward chaining juga telah diteliti pada jenis tanaman lain. (Puspaningrum et al., 2020) , misalnya, menerapkan metode tersebut untuk mendiagnosis penyakit tanaman sawi. (Kuswanto, 2020) menggunakannya dalam pengembangan sistem pakar untuk perlindungan tanaman padi. Selain itu, (Mardeni et al., 2021) membahas diagnosis penyakit pada tanaman pinang menggunakan forward chaining, sedangkan (Rahman et al., 2024) mengembangkan sistem pakar untuk diagnosis hama dan penyakit tanaman kentang dengan metode yang sama. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa penalaran berbasis fakta dan aturan dapat diterapkan pada berbagai permasalahan diagnosis tanaman. Meskipun demikian, penerapan metode tersebut tidak dengan sendirinya menjamin ketepatan diagnosis karena hasilnya bergantung pada kelengkapan pengetahuan, ketepatan aturan, dan kesesuaian gejala yang dimasukkan pengguna.

Penelitian terkait diagnosis tanaman bawang merah juga terus berkembang. (Yasin et al., 2024) mengembangkan sistem pakar untuk diagnosis hama dan penyakit tanaman bawang merah dan cabai menggunakan forward chaining serta aturan if–then. Penelitian tersebut berfokus pada identifikasi gangguan berdasarkan gejala dan penyediaan informasi penanganan. Di sisi lain, (Ardiansyah et al., 2017) menerapkan pendekatan serupa melalui aplikasi berbasis Android, sedangkan (Sasmito, 2017) menggunakan kombinasi teknik inferensi untuk diagnosis tanaman hortikultura. Penelitian (Fatah et al., 2023) juga mengembangkan sistem diagnosis berbasis aturan untuk bawang merah dan cabai. Secara umum, karya-karya tersebut menunjukkan bahwa penggunaan sistem pakar untuk diagnosis tanaman bukanlah pendekatan yang sepenuhnya baru. Dengan demikian, kontribusi penelitian perlu dijelaskan secara spesifik berdasarkan implementasi sistem, penyusunan basis pengetahuan, cakupan diagnosis, dan prosedur evaluasi yang benar-benar dilakukan.

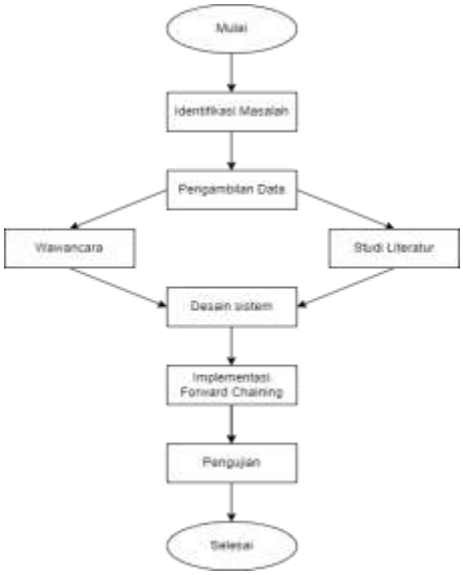
Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan dan pengembangan sistem pakar berbasis web untuk mengidentifikasi hama dan penyakit pada tanaman bawang merah menggunakan metode forward chaining. Sistem dikembangkan dengan PHP dan MySQL serta menggunakan basis pengetahuan yang mencakup data hama dan penyakit, gejala, aturan diagnosis, dan informasi penanganan. Pengguna memasukkan gejala yang ditemukan pada tanaman, kemudian sistem menelusuri aturan yang relevan untuk menghasilkan diagnosis berdasarkan pengetahuan yang telah dimasukkan ke dalam sistem. Pengembangan berbasis web ditujukan untuk menyediakan sarana konsultasi yang dapat diakses melalui peramban tanpa mengharuskan pengguna memasang aplikasi khusus.

Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem pakar berbasis web yang menerapkan metode forward chaining untuk membantu proses identifikasi awal hama dan penyakit pada tanaman bawang merah berdasarkan gejala yang dipilih pengguna. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan keluaran diagnosis sistem dengan diagnosis pakar pada kasus pengujian yang disiapkan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi sarana pendukung untuk memperoleh informasi awal mengenai kemungkinan gangguan pada tanaman bawang merah. Sistem ini tidak dimaksudkan untuk menggantikan pemeriksaan oleh pakar atau tenaga pertanian, terutama ketika gejala yang ditemukan tidak cukup spesifik untuk menentukan diagnosis secara meyakinkan.

2. Method

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan sistem yang bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem pakar berbasis web untuk mengidentifikasi hama dan penyakit pada tanaman bawang merah. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan pendekatan System Development Life Cycle (SDLC), yang mencakup tahap analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan verifikasi. Tahapan tersebut sejalan dengan model pengembangan perangkat lunak yang menekankan pelaksanaan proses secara sistematis dan berurutan (Sumbodo & Mustofa, 2025). Dalam penelitian ini, analisis kebutuhan digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem dan informasi yang diperlukan dalam proses diagnosis. Tahap perancangan mencakup penyusunan arsitektur sistem, perancangan basis pengetahuan, dan pemodelan alur proses. Tahap implementasi dilakukan dengan menerjemahkan rancangan ke dalam aplikasi berbasis web, sedangkan verifikasi digunakan untuk memeriksa kesesuaian fungsi sistem dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Penerapan sistem pakar berbasis web untuk diagnosis penyakit bawang merah menggunakan forward chaining juga telah dibahas dalam penelitian Muttaqin et al. (2024).

Gambar 1. Alur Penelitian



2.1 Pengumpulan Data

Data penelitian dikumpulkan melalui wawancara dan studi literatur. Wawancara digunakan untuk memperoleh informasi mengenai gejala, jenis hama dan penyakit, serta penanganan gangguan pada tanaman bawang merah. Studi literatur dilakukan dengan menelaah sumber tertulis yang relevan, termasuk artikel ilmiah dan sumber pertanian yang membahas karakteristik hama dan penyakit, gejala serangan, serta metode pengendaliannya.

Informasi yang diperoleh melalui kedua teknik tersebut digunakan sebagai dasar penyusunan basis pengetahuan sistem pakar. Penelitian Muttaqin et al. (2024) menunjukkan penerapan sistem pakar untuk diagnosis penyakit bawang merah dengan menggunakan data gejala dan metode forward chaining. Penelitian Fatah et al. (2023) juga membahas sistem pakar untuk diagnosis hama dan penyakit bawang merah serta cabai menggunakan metode yang sama. Kedua penelitian tersebut relevan sebagai pembanding dalam penyusunan sistem diagnosis berbasis gejala. Dalam penelitian ini, setiap informasi yang dimasukkan ke dalam basis pengetahuan perlu ditelusuri kembali ke sumbernya agar keterkaitan antara jenis gangguan, gejala, dan rekomendasi penanganan dapat diperiksa.

2.2 Analisa Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan disusun untuk merepresentasikan informasi mengenai hama dan penyakit tanaman bawang merah, gejala yang berkaitan dengan setiap gangguan, serta informasi penanganan yang relevan. Informasi tersebut dikelompokkan berdasarkan jenis gangguan dan hubungan antara gejala dengan kemungkinan diagnosis. Penyusunan basis pengetahuan berbasis gejala juga digunakan dalam penelitian sistem pakar diagnosis penyakit bawang merah oleh (Muttaqin et al., 2024).

Pengetahuan yang telah disusun selanjutnya direpresentasikan dalam bentuk aturan produksi (*production rules*) dengan struktur IF–THEN. Bagian IF menyatakan kondisi berupa gejala yang dipilih pengguna, sedangkan bagian THEN menyatakan kesimpulan yang dapat dihasilkan apabila kondisi aturan terpenuhi. Metode forward chaining bekerja dengan menelusuri fakta yang tersedia dan mencocokkannya dengan aturan untuk menghasilkan kesimpulan. Representasi aturan IF–THEN dan proses penelusuran maju tersebut merupakan pendekatan yang digunakan dalam sistem pakar berbasis aturan (Sugiharni & Divayana,

2017). Penerapannya pada sistem diagnosis hama dan penyakit bawang merah juga dibahas oleh (Fatah et al., 2023).

Tabel 1. Tabel Basis Pengetahuan

Penyakit	Obat dan Solusi
Hama Ulat Bawang	1. Incivio 2. Tanam serempak dengan selisih waktu antara tanam awal dan akhir tidak lebih dari 10 hari
Lalat Penggorok Daun	1. Trigeti / Triget 2. Penggalian kecil di sekitar tanaman agar tidak ada pupa/kepompong lalat yang bersembunyi di tanah dan terkena sinar matahari
Penyakit Moler	1. Remasol P 2. Rotasi tanaman dengan tanaman non-bawang untuk memutus siklus hidup jamur di tanah.
Penyakit Trotol	1. Roval 2. Penggunaan fungisida secara berkala untuk mengendalikan penyebaran jamur.
Antraknose	1. Dithane 2. Pastikan jarak tanam cukup dan drainase lahan baik untuk mencegah kelembapan berlebih.
Penyakit Gurem	1. Avidor 2. Gunakan perangkap kuning untuk menangkap hama. Pangkas daun yang terinfeksi untuk mengurangi penyebaran.
Penyakit Lodoh	1. Cabrio Top 2. Penyiraman secara berkala tetapi hindari kelebihan air.
Penyakit Embun Bulu	1. Metalaksil 2. Lakukan penyiraman di pagi hari.
Penyakit Lanas	1. Klorotalonil 2. Buang daun yang terinfeksi untuk mencegah penyebaran lebih lanjut.
Penyakit Trotol	1. Roval 2. Penggunaan fungisida secara berkala untuk mengendalikan penyebaran jamur.

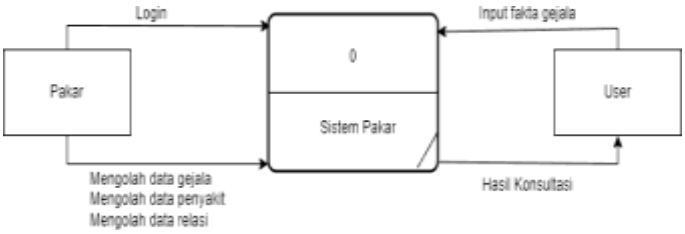
Tabel basis pengetahuan memuat jenis hama atau penyakit beserta informasi penanganan yang berkaitan. Informasi tersebut perlu disesuaikan dengan sumber rujukan yang digunakan agar tidak terjadi ketidaksesuaian antara nama gangguan, gejala, dan rekomendasi penanganannya. Khusus untuk rekomendasi pestisida atau fungisida, informasi perlu diverifikasi berdasarkan sumber pertanian yang tepercaya dan petunjuk penggunaan produk yang sesuai.

2.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dan sistem pakar serta aliran data dalam proses diagnosis. Pemodelan sistem mencakup diagram konteks dan Data Flow Diagram (DFD) level nol. Penggunaan pemodelan aliran data juga dijumpai dalam pengembangan sistem informasi berbasis web, antara lain untuk menggambarkan proses dan hubungan antarbagian sistem (Lutviana et al., 2023).

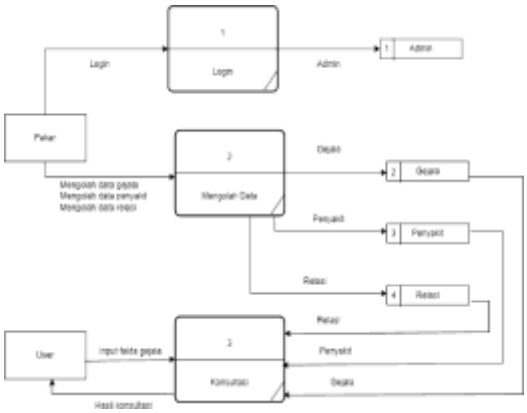
Diagram konteks menggambarkan hubungan antara sistem dengan dua entitas utama, yaitu pakar dan pengguna. Pakar melakukan autentikasi sebelum mengakses fungsi pengelolaan data, seperti data gejala, data hama dan penyakit, serta relasi yang digunakan dalam proses diagnosis. Pengguna dapat mengakses fungsi konsultasi dengan memasukkan gejala yang ditemukan pada tanaman bawang merah. Berdasarkan gejala tersebut, sistem memproses informasi menggunakan aturan dalam basis pengetahuan dan menampilkan hasil diagnosis beserta informasi penanganan yang tersedia.

Gambar 2. Diagram Konteks Sistem Pakar



DFD level nol menjabarkan proses utama tersebut secara lebih terperinci, termasuk proses autentikasi pakar, pengelolaan data pengetahuan, input gejala oleh pengguna, pemrosesan diagnosis, dan penyajian hasil konsultasi. Pemodelan ini digunakan untuk memperjelas aliran data antara entitas, proses sistem, dan penyimpanan data sebelum implementasi dilakukan.

Gambar 3. Data Flow Diagram Level 0



3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pembentukan Aturan

Basis pengetahuan sistem pakar disusun untuk merepresentasikan hubungan antara gejala yang ditemukan pada tanaman bawang merah dan kemungkinan hama atau penyakit yang menyerangnya. Berdasarkan data yang digunakan dalam penelitian, sistem mencakup sembilan kategori gangguan, yaitu hama ulat bawang, lalat penggorok daun, penyakit moler, penyakit trotol, antraknosa, penyakit gurem, penyakit lodoh, penyakit embun bulu, dan penyakit lanas. Setiap kategori dihubungkan dengan kode diagnosis dan gejala yang digunakan sebagai dasar proses identifikasi.

Tabel 2. Data Penyakit Bawang Merah

No.	Kode Penyakit	Nama Penyakit
1	P001	Hama Ulat Bawang
2	P002	Lalat Penggorok Daun
3	P003	Penyakit Moler
4	P004	Penyakit Trotol
5	P005	Antraknose
6	P006	Penyakit Gurem
7	P007	Penyakit Lodoh
8	P008	Penyakit embun bulu
9	P009	Penyakit Lanas

Tabel gejala adalah tabel yang mencantumkan berbagai gejala yang dapat muncul pada tanaman bawang merah saat mengalami gangguan. Gejala-gejala ini menunjukkan jenis hama atau penyakit yang menyerang tanaman bawang merah. Berikut adalah data gejala yang akan dimasukkan ke dalam database, seperti yang terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Gejala Penyakit Bawang Merah

No	Kode Gejala	Gejala
1.	G001	Adanya ulat dengan panjang sampai ± 25mm.
2.	G002	Daun menjadi transparan bahkan sampai habis.
3.	G003	Ulat memakan bagian dalam daun.
4.	G004	Gejala serangan dapat dilihat dari usia 15 HST hingga menjelang tanam.
5.	G005	Daun berwarna coklat.
6.	G006	Hampir semua bagian daun terdapat bercak/kerokan.
7.	G007	Daun bawang merah menguning dan terpelintir layu (moler).
8.	G008	Pertumbuhan yang kurang maksimal dikarenakan bagian akar menjadi busuk.
9.	G009	Akan terlihat pembusukan pada umbi bawang dimulai dari bagian pangkal/akar.
10.	G010	Tanaman kurus kekuningan dan busuk bagian pangkal.
11.	G011	Ujung daun mengering, bahkan daun dapat patah.

12.	G012	Gejala tampak pada daun, timbul bercak berwarna putih dengan pusat berwarna ungu.
13.	G013	Terbentuk lekukan ke dalam, berlubang dan patah.
14.	G014	Terdapat bercak berwarna putih pada daun.
15.	G015	Tanaman akan mati dengan cepat dan mendadak.
16.	G016	Daun ada bercak putih, daun mengering.
17.	G017	Umbi tidak dapat berbuah secara normal.
18.	G018	Daun busuk sampai ke akar tanaman langsung mati.
19.	G019	Bercak kuning semakin meluas pada daun.
20.	G020	Terdapat lapisan berwarna abu-abu ke ungu-an pada permukaan bawah daun.
21.	G021	Bercak basah dan gelap pada daun.
22.	G022	Daun mulai layu dan mengering.
23.	G023	Batang berwarna coklat dan lembek.
24.	G024	Pertumbuhan terhambat.

Data gejala diberi kode G001 hingga G024, sedangkan kategori gangguan diberi kode P001 hingga P009. Penggunaan kode tersebut membantu mengorganisasi data dalam basis pengetahuan dan mempermudah pembentukan aturan diagnosis. Selain data gejala dan diagnosis, sistem juga menyimpan informasi penanganan yang berkaitan dengan gangguan tanaman. Dengan struktur tersebut, sistem dapat menghubungkan gejala yang dipilih pengguna dengan informasi diagnosis dan penanganan yang tersedia dalam basis pengetahuan.

Penyusunan basis pengetahuan berbasis gejala sejalan dengan penerapan sistem pakar untuk identifikasi hama dan penyakit tanaman bawang merah yang dilakukan oleh Fatah et al. (2023) dan Muttaqin et al. (2024). Kedua penelitian tersebut menggunakan pendekatan *forward chaining* untuk memproses informasi gejala dalam menghasilkan diagnosis. Namun, ketepatan diagnosis tetap bergantung pada kelengkapan basis pengetahuan, ketepatan hubungan antara gejala dan gangguan, serta kesesuaian aturan yang diterapkan.

Tabel jenis obat adalah tabel yang mencantumkan berbagai jenis obat yang digunakan untuk mengatasi gangguan pada tanaman bawang merah. Setiap obat ini menunjukkan cara penanganan untuk jenis hama atau penyakit tertentu yang menyerang tanaman bawang merah, seperti yang terlihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data Obat Penyakit Bawang Merah

No.	Kode Obat	Nama Obat dan Solusi
1.	O001	**Obat:** Incivio Tanam serempak dengan selisih waktu antara tanam awal dan tanam akhir tidak lebih dari 10 hari.
2.	O002	**Obat:** Triget Penggalian kecil di sekitar tanaman yang bertujuan agar tidak ada pupa atau kepompong lalat yang bersembunyi didalam tanah serta agar terkena sinar matahari.
3.	O003	**Obat:** Remasol P

		Lakukan rotasi tanaman dengan tanaman non-bawang untuk memutus siklus hidup jamur di tanah.
4.	O004	**Obat:** Roval Penggunaan fungisida secara berkala untuk mengendalikan penyebaran jamur.
5.	O005	**Obat:** Dithane Pastikan jarak tanam cukup dan lahan memiliki drainase yang baik untuk mencegah kelembapan berlebihan.
6.	O006	**Obat:** Avidor Gunakan perangkap kuning untuk menangkap hama. Lakukan pemangkasan daun yang terinfeksi agar penyebaran hama berkurang.
7.	O007	**Obat:** Cabrio Top Penyiraman secara berkala namun hindari kelebihan air.
8.	O008	**Obat:** Metalaksil Lakukan penyiraman di pagi hari.

3.2 Implementasi Aturan Forward Chaining

Pengetahuan yang telah disusun direpresentasikan dalam bentuk aturan produksi dengan struktur IF–THEN. Pada penelitian ini, terdapat sembilan aturan diagnosis yang menghubungkan kombinasi gejala dengan kategori hama atau penyakit tertentu. Setiap aturan memiliki bagian IF berupa kode gejala yang harus terpenuhi dan bagian THEN berupa kode diagnosis yang dihasilkan.

Proses inferensi dimulai ketika pengguna memilih gejala yang ditemukan pada tanaman bawang merah. Sistem kemudian mencocokkan gejala tersebut dengan kondisi pada aturan yang tersimpan dalam basis pengetahuan. Apabila kondisi suatu aturan terpenuhi, sistem menghasilkan diagnosis yang sesuai dengan konsekuen aturan tersebut. Proses ini menggambarkan penerapan *forward chaining*, yaitu penalaran yang dimulai dari fakta yang tersedia untuk memperoleh kesimpulan berdasarkan aturan yang relevan.

Tabel 4. 4 Aturan untuk Diagnosa Penyakit

Rule	IF	THEN
1	G001 AND G002 AND G003	P001
2	G004 AND G005 AND G006	P002
3	G007 AND G008 AND G009 AND G010	P003
4	G011 AND G012	P004
5	G013 AND G014 AND G015	P005
6	G016 AND G017	P006
7	G018	P007
8	G019 AND G020	P008
9	G021 AND G022 AND G023 AND G024	P009

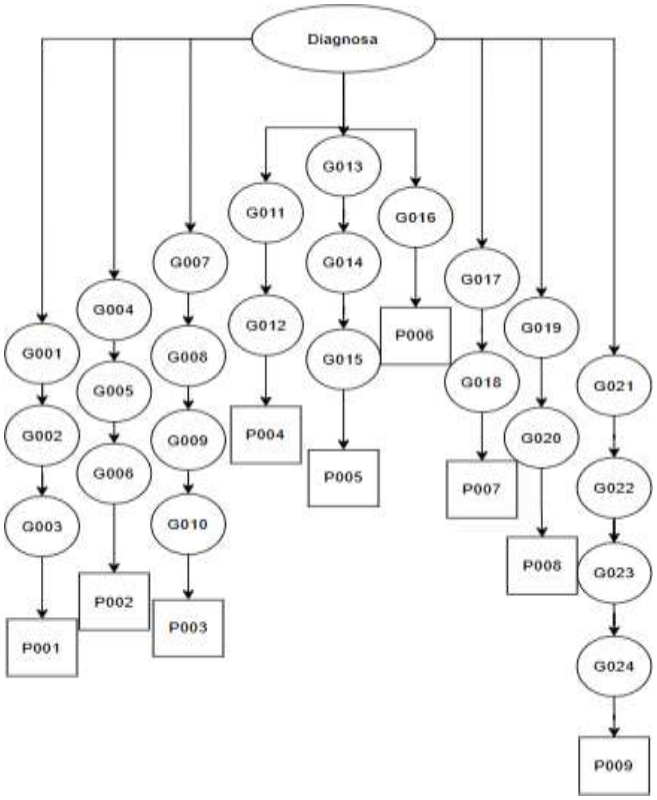
Sebagai contoh, aturan diagnosis penyakit moler menghubungkan gejala G007, G008, G009, dan G010 dengan kode diagnosis P003. Apabila seluruh kondisi tersebut terpenuhi, aturan menghasilkan kesimpulan berupa penyakit moler. Contoh tersebut menunjukkan bahwa hasil diagnosis ditentukan oleh hubungan antara fakta yang dimasukkan pengguna dan aturan yang telah dirumuskan dalam basis pengetahuan.

Meskipun demikian, sistem dalam penelitian ini juga menampilkan persentase kecocokan untuk sejumlah diagnosis. Persentase tersebut perlu dibedakan dari mekanisme

inferensi *forward chaining*. Penjelasan mengenai rumus dan cara perhitungannya perlu ditambahkan berdasarkan implementasi program yang sebenarnya agar pembaca dapat memahami dasar pemberian nilai persentase tersebut.

3.3 Pohon Keputusan

Gambar 4. Pohon Keputusan Pakar



3.4 Perancangan Antarmuka

Sistem pakar dikembangkan dalam bentuk aplikasi berbasis web dengan PHP dan MySQL. Antarmuka aplikasi menyediakan halaman utama, halaman data penyakit, halaman data gejala, halaman data penanganan, dan halaman hasil diagnosis. Sistem juga menyediakan fungsi pengelolaan data bagi pakar atau administrator setelah proses autentikasi.

a. Halaman Home

Halaman utama (home) berfungsi sebagai tampilan awal aplikasi sistem pakar untuk mendeteksi gangguan pada tanaman bawang merah saat aplikasi dijalankan. Halaman ini memuat informasi tentang berbagai jenis bawang merah yang sering dibudidayakan.

Gambar 5. Halaman Utama (Home)



b. Halaman Data Penyakit

Halaman data penyakit menampilkan informasi mengenai kategori gangguan pada tanaman bawang merah, sedangkan halaman data gejala menyajikan daftar gejala yang menjadi masukan dalam proses konsultasi. Halaman data penanganan digunakan untuk menyimpan informasi penanganan yang berkaitan dengan gangguan tanaman. Keberadaan halaman-halaman tersebut mendukung pengelolaan basis pengetahuan dan penyajian informasi dalam satu aplikasi.

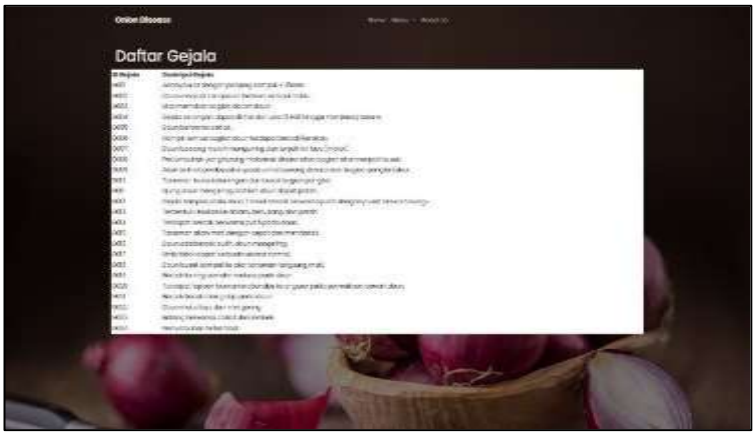
Gambar 6. Data Penyakit



c. Halaman Data Gejala

Halaman data gejala berisi daftar gejala penyakit yang menyerang tanaman bawang, disusun dalam tabel dengan kolom *ID Gejala* dan *Deskripsi Gejala.*

Gambar 7. Daftar Gejala



d. Halaman Data Obat

Pada bagian halaman data obat, terdapat daftar obat yang disajikan dalam tabel sederhana dengan kolom "ID Obat" dan "Nama Obat."

Gambar 8. Daftar Obat



e. Halam Diagnosis

Pada halaman diagnosis, sistem menampilkan gejala yang dipilih pengguna dan hasil identifikasi berdasarkan aturan yang diterapkan. Hasil diagnosis juga disertai persentase kecocokan sebagaimana ditampilkan pada aplikasi. Informasi tersebut memberikan gambaran mengenai hubungan antara gejala masukan dan kandidat diagnosis yang dihasilkan sistem.

Gambar 4. 6 Hasil Diagnosa



Dari sisi fungsional, pemisahan halaman konsultasi dan halaman pengelolaan data memungkinkan pengguna mengakses fungsi diagnosis, sementara pakar atau administrator dapat mengelola informasi yang digunakan sistem. Akan tetapi, keberadaan antarmuka dan fungsi-fungsi tersebut belum dengan sendirinya membuktikan tingkat kemudahan penggunaan. Penilaian aspek pengalaman pengguna memerlukan pengujian tersendiri apabila kemudahan penggunaan hendak dijadikan salah satu temuan penelitian.

3.5 Hasil Pengujian Validitas

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis sistem dengan hasil diagnosis pakar pada sembilan kasus. Setiap kasus memuat kombinasi gejala, hasil diagnosis yang diberikan sistem, hasil diagnosis pakar, dan keterangan kesesuaian. Pengujian ini digunakan untuk melihat apakah diagnosis dengan tingkat kecocokan tertinggi yang dihasilkan sistem sesuai dengan diagnosis pembanding dari pakar.

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Validitas

No	Gejala	Hasil Diagnosa Sistem	Hasil Diagnosa Pakar	Keakuratan
1	Bercak kuning semakin meluas, Daun mulai layu dan mengering, Batang berwarna coklat dan lembek, Pertumbuhan terhambat.	Penyakit Embun Bulu 50%, Penyakit Lanas 75%	Penyakit Lanas	Sesuai
2	Adanya ulat dengan panjang sampai +25mm, Daun menjadi transparan bahkan sampai habis, Gejala serangan dapat dilihat dari usia 15 HST hingga menjelang tanam.	Hama Ulat Bawang 66,67%, Lalat Penggorok Daun 33,33%	Hama Ulat Bawang	Sesuai

3	Gejala serangan dapat dilihat dari usia 15 HST hingga menjelang tanam, Daun berwarna coklat, Hampir semua bagian daun terdapat bercak/kerokan.	Lalat Penggorok Daun 100%	Lalat Penggorok Daun	Sesuai
4	Gejala serangan dapat dilihat dari usia 15 HST hingga menjelang tanam, Daun bawang merah menguning dan terpelintir layu (moler), Pertumbuhan yang kurang maksimal dikarenakan bagian akar menjadi busuk, Akan terlihat pembusukan pada umbi bawang dimulai dari bagian pangkal/akar.	Lalat Penggorok Daun 33,33%, Penyakit Moler 75%	Penyakit Moler	Sesuai
5	Daun bawang merah menguning dan terpelintir layu (moler), Pertumbuhan yang kurang maksimal dikarenakan bagian akar menjadi busuk, Akan terlihat pembusukan pada umbi bawang dimulai dari bagian pangkal/akar, Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah.	Penyakit Moler 75%, Penyakit Trotol 50%	Penyakit Moler	Sesuai
6	Terbentuk lekukan ke dalam, berlubang dan patah, Terdapat bercak berwarna putih pada daun, Tanaman akan mati dengan cepat dan mendadak.	Antraknose 100%	Antraknose	Sesuai
7	Daun ada bercak putih, daun mengering, Pertumbuhan terhambat.	Penyakit Gurem 50%, Penyakit Lanas 25%	Penyakit Gurem	Sesuai
8	Daun ada bercak putih, daun mengering, Umbi tidak dapat berbuah secara normal, Pertumbuhan terhambat.	Penyakit Gurem 100%, Penyakit Lanas 25%	Penyakit Gurem	Sesuai
9	Ulat memakan bagian dalam daun, Gejala serangan dapat dilihat dari usia 15 HST hingga	Hama Ulat Bawang 33,33%, Lalat	Lalat Penggorok Daun	Sesuai

	menjelang tanam, berwarna coklat.	Daun	Penggorok Daun 66,67%

Berdasarkan tabel pengujian, sembilan kasus memiliki diagnosis dengan persentase kecocokan tertinggi yang sama dengan diagnosis pakar. Pada kasus pertama, misalnya, sistem menampilkan penyakit embun bulu dengan kecocokan 50% dan penyakit lanas dengan kecocokan 75%, sedangkan diagnosis pakar adalah penyakit lanas. Dengan demikian, kandidat diagnosis dengan persentase tertinggi sesuai dengan hasil pakar.

Pola serupa terlihat pada kasus kedua, ketika sistem menghasilkan hama ulat bawang dengan kecocokan 66,67% dan lalat penggorok daun dengan kecocokan 33,33%. Diagnosis pakar pada kasus tersebut adalah hama ulat bawang. Sementara itu, pada kasus keenam, sistem menghasilkan diagnosis antraknosa dengan kecocokan 100%, yang sesuai dengan diagnosis pakar. Contoh-contoh tersebut memperlihatkan bahwa hasil dengan persentase kecocokan tertinggi dapat digunakan sebagai dasar perbandingan dengan diagnosis pakar pada kasus uji yang disajikan.

Berdasarkan sembilan kasus tersebut, kesesuaian diagnosis tertinggi yang dihasilkan sistem terhadap diagnosis pakar adalah 9 dari 9 kasus atau 100% untuk kumpulan kasus pengujian ini. Nilai tersebut merupakan tingkat kesesuaian pada sembilan kasus yang diuji, bukan bukti bahwa sistem memiliki akurasi 100% untuk seluruh kondisi serangan hama dan penyakit bawang merah. Jumlah kasus yang terbatas dan belum dijelaskannya prosedur pemilihan kasus membatasi generalisasi hasil tersebut.

Selain itu, beberapa kasus menghasilkan lebih dari satu kandidat diagnosis. Oleh karena itu, evaluasi perlu memperhatikan diagnosis dengan persentase tertinggi, bukan hanya keberadaan diagnosis yang sesuai di antara beberapa kandidat. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan lebih banyak kasus dengan variasi gejala yang lebih luas serta menetapkan kriteria penilaian secara eksplisit untuk memperoleh evaluasi yang lebih menyeluruh.

3.6 Pembahasan Umum

Hasil pengembangan menunjukkan bahwa metode forward chaining dapat diterapkan untuk menelusuri hubungan antara gejala yang dimasukkan pengguna dan aturan diagnosis yang tersimpan dalam basis pengetahuan. Sistem mengintegrasikan data gejala, kategori gangguan, aturan inferensi, dan informasi penanganan ke dalam aplikasi berbasis web. Dengan demikian, sistem menyediakan sarana untuk membantu pengguna melakukan identifikasi awal terhadap gangguan pada tanaman bawang merah berdasarkan informasi yang tersedia.

Hasil tersebut memiliki kesamaan dengan penelitian (Fatah et al., 2023) serta (Muttaqin et al., 2024), yang membahas penggunaan forward chaining dalam sistem pakar diagnosis hama dan penyakit tanaman bawang merah. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan relevansi pendekatan berbasis aturan untuk menghubungkan gejala dengan kemungkinan diagnosis dalam domain pertanian. Penelitian ini melengkapi penerapan tersebut dengan penyajian hasil diagnosis melalui antarmuka web yang menyediakan informasi gejala, kategori gangguan, dan penanganan.

Meskipun demikian, hasil pengujian pada sembilan kasus belum cukup untuk menyimpulkan bahwa sistem selalu menghasilkan diagnosis yang benar dalam berbagai kondisi lapangan. Kualitas hasil diagnosis bergantung pada ketepatan basis pengetahuan, kelengkapan gejala, konsistensi aturan, dan kesesuaian informasi yang dimasukkan

pengguna. Selain itu, sistem perlu memberikan perhatian terhadap kasus ketika beberapa kategori gangguan memiliki gejala yang serupa, sebagaimana terlihat pada sejumlah hasil pengujian yang menampilkan lebih dari satu kandidat diagnosis.

Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat diposisikan sebagai alat bantu identifikasi awal, bukan sebagai pengganti pemeriksaan oleh pakar pertanian. Pengembangan lebih lanjut perlu mencakup penambahan variasi kasus uji, penjelasan metode perhitungan persentase kecocokan, serta verifikasi rekomendasi penanganan berdasarkan sumber pertanian yang dapat dipercaya.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pakar berbasis web untuk membantu mengidentifikasi hama dan penyakit pada tanaman bawang merah menggunakan metode *forward chaining*. Sistem dibangun menggunakan PHP dan MySQL dengan basis pengetahuan yang terdiri atas sembilan kategori gangguan, 24 gejala, dan sembilan aturan diagnosis. Proses diagnosis dilakukan dengan mencocokkan gejala yang dipilih pengguna terhadap aturan dalam basis pengetahuan untuk menghasilkan diagnosis beserta informasi penanganan yang tersedia.

Pengujian dilakukan terhadap sembilan kasus dengan membandingkan hasil diagnosis sistem dan diagnosis pakar. Berdasarkan tabel pengujian, diagnosis dengan persentase kecocokan tertinggi pada sembilan kasus tersebut sesuai dengan diagnosis pakar. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan hasil identifikasi yang sesuai pada kasus-kasus yang diuji. Namun, jumlah kasus pengujian yang terbatas belum cukup untuk menyimpulkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang sama pada seluruh kondisi serangan hama dan penyakit bawang merah.

Pengembangan selanjutnya perlu mencakup penambahan variasi kasus pengujian, penjelasan metode perhitungan persentase kecocokan diagnosis, serta verifikasi basis pengetahuan dan rekomendasi penanganan menggunakan sumber pertanian yang tepercaya. Dengan pengembangan tersebut, sistem diharapkan dapat menjadi sarana pendukung identifikasi awal bagi pengguna dalam mengenali gangguan pada tanaman bawang merah.

5. References

Ardiansyah, V. M., Wibowo, N. C., & Putra, A. B. (2017). Sistem Pakar Berbasis Android Untuk Mengidentifikasi Hama Dan Penyakit Pada Bawang Merah Menggunakan Metode Forward Chaining (Studi Kasus …. *Jurnal Sistem Informasi Dan Bisnis Cerdas (SIBC)*, *10*(2). https://doi.org/https://doi.org/10.33005/sibc.v10i2.958

Lutviana, L., Arfianto, I., Rohman, T. F., Sumantri, R. B. B., & Suryani, R. (2023). Perancangan Sistem Informasi Akademik Sekolah Dasar Dengan Metode Waterfall Berbasis Website. *Buletin Sistem Informasi Dan Teknologi Islam*, *4*(1), 1–8. https://doi.org/10.33096/busiti.v4i1.1550

Fatah, D. A., Rifqi, K., Sawaki, S., & Irhamni, F. (2023). RANCANG BANGUN SISTEM PAKAR DIAGNOSA HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN BAWANG MERAH DAN CABAI MENGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING. *Networking Engineering Research Operation*, *8*(2), 157–168. https://doi.org/10.21107/nero.v8i2.26789

Kuswanto, J. (2020). SISTEM PAKAR UNTUK PERLINDUNGAN TANAMAN PADI MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING. *Edutic - Scientific Journal of Informatics Education*, *7*(1). https://doi.org/10.21107/edutic.v7i1.8805

Mardeni, Retina, D., & Muhaimin, A. (2021). SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN PINANG MENGGUNKAN METODE FORWARD CHAINING. *Jurnal Ilmu Komputer*, *10*(1), 38–42. https://doi.org/10.33060/jik/2021/vol10.iss1.201

Muttaqin, A., Multazam, M., & Imran, B. (2024). SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT BAWANG MERAH BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING. *Journal Computer and Technology*, *2*(2). https://doi.org/10.69916/comtechno.v2i2.213

Puspaningrum, A. S., Susanto, E. R., & Sucipto, A. (2020). Penerapan Metode Forward Chaining untuk Mendiagnosa Penyakit Tanaman Sawi. *INFORMAL: Informatics Journal*, *5*(3). https://doi.org/10.19184/isj.v5i3.20237

Rahman, M. A., Rozi, I. F., & Hani'ah, M. (2024). Sistem Pakar Diagnosa Hama Penyakit Tanaman Kentang Dengan Metode Forward Chaining. *Jurnal Komtika (Komputasi Dan Informatika)*, *8*(1). https://doi.org/10.31603/komtika.v8i1.11128

Sasmito, G. W. (2017). Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Tanaman Hortikultura dengan Teknik Inferensi Forward dan Backward Chaining. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, *5*(2). https://doi.org/10.14710/jtsiskom.5.2.2017.70-75

Sugiharni, G. A. D., & Divayana, D. G. H. (2017). Pemanfaatan Metode Forward Chaining Dalam Pengembangan Sistem Pakar Pendiagnosa Kerusakan Televisi Berwarna. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, *6*(1). https://doi.org/10.23887/janapati.v6i1.9926

Yasin, A. F., Mujiyono, S., & Rohman, A. (2024). Sistem Pakar Diagnosa Hama dan Penyakit Tanaman Bawang Merah dan Cabai Menggunakan Metode Forwad Chaining. In *Jurnal Prodi Teknik Informatika UNW "Multimatrix* (Vol. 6, Number 1). https://jurnal.unw.ac.id/index.php/mm/article/view/4812