

## IMPLEMENTASI METODE *FORWARD CHAINING* PADA SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSA PENYAKIT TANAMAN SELADA

Nur Hirawati<sup>1)</sup>, Dianradika Prasti<sup>2)</sup>, Shindy Ekawati<sup>2)</sup>

<sup>1,2,3</sup> Informatika Fakultas Teknik Komputer, Universitas Cokroaminoto Palopo  
Jl Latamcelling No 09-B, Kota Palopo, Prov. Sulawesi Selatan  
Co Responden Email: nurhirawati873@gmail.com

### Abstract

*This study aims to design an expert system for diagnosing diseases in lettuce plants using the forward chaining method, implemented as a web-based application. The research was conducted at Wara Hidroponik in Palopo City, where farmers face challenges in accurately identifying plant diseases due to reliance on manual methods and limited expertise. The system was designed to provide quick and accurate diagnoses by matching symptoms with predefined rules, offering appropriate solutions to mitigate crop losses. The Research and Development (R&D) method was employed, following the Waterfall model stages: system analysis, design, implementation, and testing. Black box testing, expert validation, and user testing confirmed the system's functionality, usability, and accuracy, with results indicating high feasibility (average score of 3.98 from experts) and user satisfaction (average score of 4). The study concludes that the system effectively supports farmers in disease diagnosis, enhancing agricultural productivity and sustainability.*

### Article history

Received 26 Jul 2025

Revised 07 Sep 2025

Accepted 23 Sep 2025

Available online 31 Oct 2025

### Keywords

Forward Chaining

Expert System

Lettuce Plants

Waterfall

Website

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan menciptakan suatu sistem pakar yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyakit pada tanaman selada melalui penerapan teknik *forward chaining*, yang diimplementasikan berbasis *web*. Penelitian dilakukan di Wara Hidroponik, Kota Palopo, di mana petani menghadapi kendala dalam mengidentifikasi penyakit tanaman secara akurat akibat ketergantungan pada metode manual dan keterbatasan keahlian. Sistem dirancang untuk memberikan diagnosis cepat dan tepat dengan mencocokkan gejala aturan yang telah ditetapkan, serta menyediakan solusi penanganan guna mengurangi kerugian hasil panen. Metode *Research and Development* (R&D) diterapkan dengan tahapan model *Waterfall*: analisis sistem, desain, implementasi, dan pengujian. Pengujian *black box* mengonfirmasi fungsionalitas, kemudahan penggunaan, dan akurasi sistem, dengan hasil menunjukkan kelayakan tinggi (skor rata-rata 3,98 dari ahli) dan kepuasan pengguna (skor rata-rata 4). Studi ini menyimpulkan bahwa sistem efektif mendukung petani dalam diagnosis penyakit, meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian.

### Riwayat

Diterima 2 Jul 2025.

Revisi 07 Sep 2025

Disetujui 23 Sep 2025

Terbit online 31 Okt 2025

### Kata Kunci

Forward Chaining

Sistem Pakar

Tanaman Selada

Waterfall

Website

## PENDAHULUAN

Kemajuan pesat di bidang teknologi telah mendorong terjadinya perubahan yang berarti di berbagai lini, tidak terkecuali pada sektor pertanian (Sari & Diana, 2024). Di tengah tantangan ketahanan pangan global yang semakin kompleks, penerapan teknologi informasi dalam bidang pertanian menjadi solusi strategis untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pengelolaan tanaman (Septiani dkk., 2022). Salah satu aspek kritis yang memerlukan perhatian adalah deteksi dini penyakit tanaman, yang menjadi faktor

penentu dalam menjaga produktivitas dan kualitas hasil pertanian (Qoyim, 2024). Tanaman selada, yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan permintaan pasar yang terus meningkat, sangat rentan terhadap serangan patogen seperti bakteri dan jamur (Dani, 2022). Di Indonesia, produksi selada mengalami peningkatan dalam periode 2020–2022, mencapai 1.082.345 ton (Statistik, 2022). Namun, peningkatan produksi ini tidak diimbangi dengan sistem deteksi penyakit yang efektif, sehingga petani masih bergantung pada metode konvensional yang

rawan kesalahan (Jumiono dkk., 2024).

Kota Palopo, Sulawesi Selatan, merupakan salah satu wilayah dengan potensi pengembangan budidaya selada yang cukup besar. Dengan luas lahan pertanian mencapai 11.277 hektar (BPS Palopo, 2020), wilayah ini memiliki peluang untuk meningkatkan produksi selada, terutama dengan sistem hidroponik. Namun, beberapa kendala utama masih menghambat optimalisasi produksi, antara lain ketergantungan pada identifikasi penyakit secara manual, keterbatasan tenaga ahli patologi tanaman, serta tingginya kesalahan diagnosa oleh petani dan praktisi yang kurang berpengalaman (Appi, 2024). Wara Hidroponik merupakan salah satu mitra PDK (Praktik Dunia Kerja) Universitas Cokroaminoto Palopo, sering kali mengalami kendala dalam penanganan penyakit tanaman selada karena kurangnya pengetahuan mendalam di antara mahasiswa yang melakukan praktik. Kondisi ini diperparah oleh tidak hadirnya pemilik lahan yang juga merupakan pegawai Dinas Pertanian Kota Palopo, yang seringkali melakukan perjalanan dinas keluar kota, sehingga penanganan penyakit sering kali terlambat atau tidak tepat.

Hasil observasi di lapangan menunjukkan bahwa mekanisme identifikasi yang digunakan hingga saat ini masih bersifat konvensional, yang sangat bergantung pada pengalaman subjektif petani atau praktisi. Hal ini menyebabkan ketidakakuratan dalam diagnosa dan penanganan, yang pada akhirnya berujung pada penurunan kualitas dan kuantitas panen. Studi terdahulu mengenai sistem pakar dalam pertanian (Saputra dkk., 2024) telah menunjukkan potensi penerapan teknologi ini untuk mendukung diagnosa penyakit. Namun, penelitian-penelitian tersebut belum sepenuhnya menjawab kebutuhan spesifik di tingkat lokal, seperti adaptasi terhadap kondisi iklim Palopo, kemudahan penggunaan bagi petani dengan literasi digital terbatas, serta kelengkapan basis pengetahuan yang mencakup penyakit-penyakit spesifik pada selada hidroponik.

Untuk mengatasi kesenjangan ini, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem pakar berbasis *forward chaining* yang dirancang khusus untuk mendiagnosa penyakit tanaman selada. Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam memproses data gejala secara berurutan untuk mencapai kesimpulan yang akurat, sehingga cocok untuk aplikasi

diagnosa penyakit (Faisal dkk., 2024). Sistem ini tidak hanya menyediakan basis pengetahuan terstruktur yang mencakup 7 penyakit utama selada beserta gejala (Irvanka, 2023), tetapi juga dirancang dengan antarmuka yang *user-friendly* untuk memudahkan petani dalam penggunaannya (Amna dkk., 2024). Implementasi sistem ini diharapkan dapat mengurangi waktu diagnosa dibandingkan metode manual (Maulina & Wulanningsih, 2020), sekaligus menjadi solusi berkelanjutan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman selada di Kota Palopo.

Signifikansi penelitian ini terletak pada kontribusinya yang multidimensi, baik secara akademis maupun praktis (Pugu dkk., 2024). Dari sisi akademis, penelitian ini memperkaya literatur mengenai penerapan sistem pakar dalam pertanian presisi, khususnya untuk tanaman selada. Dari sisi implementasi, sistem yang dikembangkan berpotensi menjadi sebuah *tools* pendukung yang efektif bagi para petani dan ahli pertanian dalam menentukan tindakan yang cepat dan akurat untuk menangani wabah penyakit. Lebih luas lagi, penelitian ini sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs), khususnya SDG 2 (Zero Hunger) dan SDG 9 (*Industry, Innovation, and Infrastructure*), dengan mendorong inovasi teknologi di sektor pertanian untuk mendukung ketahanan pangan (Ayuningtyas & Rositawati, 2025). Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menjawab permasalahan lokal di Kota Palopo, tetapi juga berpotensi menjadi model yang dapat direplikasi di wilayah lain dengan karakteristik serupa.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode *Research and Development* (R&D). Tahap penelitian ini penulis menerapkan metode *waterfall*. Metode ini menggunakan pendekatan sistematis dan bertahap dalam pengembangan perangkat lunak.

### 1. Analisis Kebutuhan Sistem

Tahapan penelitian menggunakan metode *waterfall* diawali dengan menganalisis kebutuhan sistem, yang meliputi identifikasi data, penentuan format perangkat lunak, serta pengumpulan informasi melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka. Hasil dari analisis ini digunakan untuk menentukan spesifikasi sistem yang akan dikembangkan. Berikut ini adalah kebutuhan fungsionalitas yang dibuat, yaitu:

### A. Kebutuhan Fungsional Admin

1. Proses otentikasi (*login/logout*).
2. Mengoperasikan konten pada halaman utama.
3. Melakukan operasi *Create, Read, Update, and Delete* (CRUD) terhadap data admin, penyakit, gejala, solusi, dan *rules*.

### B. Kebutuhan Fungsional Petani

1. Petani dapat melihat tampilan halaman utama.
2. Petani dapat melakukan diagnosa.
3. Petani dapat melihat daftar penyakit.
4. Petani dapat melihat menu tentang aplikasi.

### 2. Sistem dan Software Design

Fase desain sistem diawali dengan pemodelan menggunakan *Unified Modeling Language* (UML), meliputi *use case diagram, activity diagram, sequence diagram, dan class diagram*. Seluruh pemodelan diagram tersebut dikembangkan dengan bantuan aplikasi *draw.io*. selanjutnya, penulis merancang antarmuka pengguna (*User Interface/UI*) dengan menggunakan aplikasi *Balsamiq Wireframe*. Tahap terakhir adalah merancang database sistem berdasarkan data dan analisis yang telah dikumpulkan sebelumnya.

### 3. Pembuatan dan Implementasi

Pengembangan perangkat lunak dilakukan secara iteratif dengan selalu menyesuaikan pada kebutuhan fungsional sistem pakar. Seluruh proses penulisan kode program dilakukan dengan menggunakan *text editor* Visual Studio Code, bahasa pemrograman yang diterapkan adalah PHP dikarenakan sifatnya yang *open-source* dan cocok untuk pengembangan aplikasi berbasis *web*. Selain itu, penulis juga menggunakan XAMPP sebagai server lokal, sehingga mempermudah proses pengujian dan *debugging* selama pengembangan. Aplikasi yang dikembangkan merupakan sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman selada.

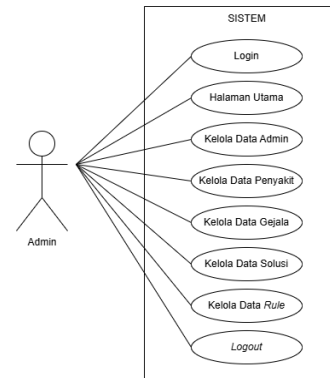
### 4. Integration System Testing

Setelah proses pengembangan selesai, penulis melakukan serangkaian pengujian untuk mengevaluasi kinerja dan kualitas sistem. Evaluasi sistem menggunakan *black box testing* yang berfokus pada aspek fungsionalitas perangkat lunak, pengujian ahli, dan pengujian pengguna.

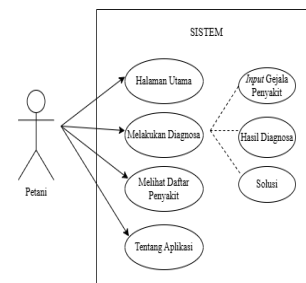
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Perancangan Sistem

Desain sistem berperan dalam memvisualisasikan kapabilitas dan perilaku yang diharapkan dari sebuah sistem. Diagram *use case* secara khusus menggambarkan interaksi yang terjadi antara *actor* (pengguna) dan sistem, serta menggambarkan berbagai skenario yang mungkin terjadi dalam proses penggunaan sistem untuk memenuhi kebutuhan pengguna.



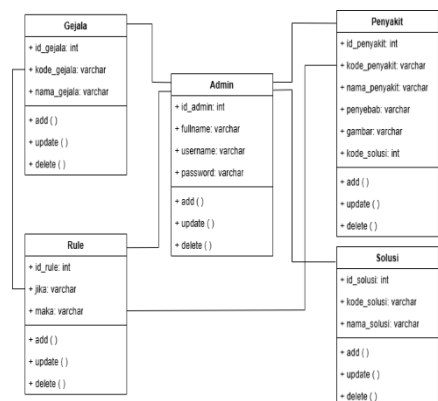
Gambar 1. Use Case Diagram Admin



Gambar 2. Perancangan Use Case Diagram Petani

### 2. Perancangan Database

Perancangan *database* digambarkan dalam *class diagram*, yang menunjukkan relasi antara setiap kelas serta informasi yang terkandung di dalamnya, yang mencerminkan struktur dari model desain sistem secara keseluruhan.



Gambar 3. Perancangan Class Diagram

### 3. Tampilan Interface

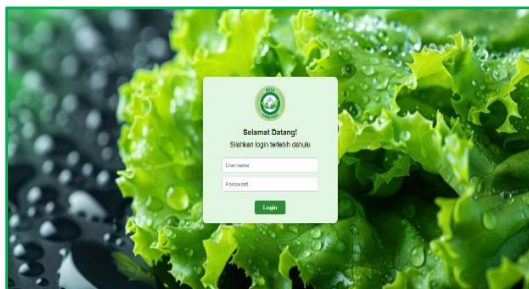
Antarmuka pengguna (*user interface*) berfungsi sebagai layer penghubung utama yang memediasi interaksi antara user dan sistem. Melalui antarmuka ini, perintah dari pengguna dapat disampaikan dan umpan balik (*feedback*) dari sistem dapat diterima secara langsung.

#### 1. Tampilan Halaman Admin

Perancangan antarmuka admin mencakup desain khusus yang dibuat untuk memenuhi kebutuhan administrator dalam mengelola sistem.

##### a. Tampilan Halaman Login Admin

Halaman login administrator berfungsi sebagai gate untuk proses otentikasi dengan memverifikasi kredensial *username* dan *password* yang dimasukkan sebelum mengizinkan akses ke dalam sistem.



Gambar 4. Tampilan Halaman Login Admin

##### b. Tampilan Halaman Utama Admin

Halaman utama admin menyediakan akses cepat ke berbagai menu pengelolaan sistem. Gambar 5 memperlihatkan desain antarmuka dashboard administrator yang dirancang untuk memfasilitasi pengelolaan data dan akses yang efisien terhadap berbagai fitur inti sistem.

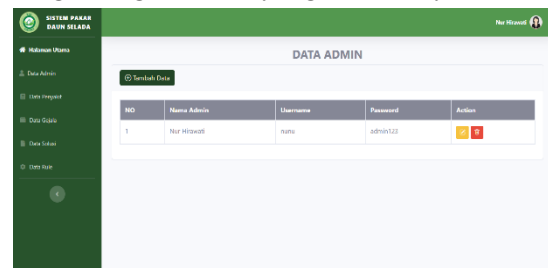


Gambar 5. Tampilan Halaman Utama Admin

##### c. Tampilan Halaman Menu Data Admin

Menu data admin sebagai pusat pengelolaan informasi administrator sistem. Pada gambar 6 di bawah ini, administrator memiliki wewenang untuk melakukan operasi *Create, Read, Update, and Delete* (CRUD)

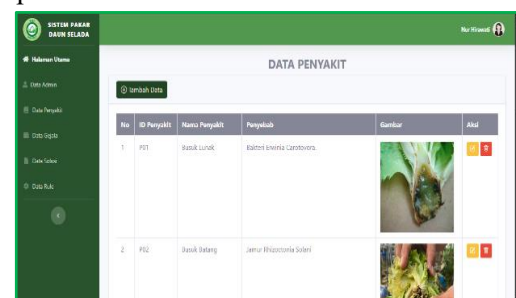
terhadap data administrator lainnya, sesuai dengan tingkat akses yang dimilikinya.



Gambar 6. Tampilan Halaman Menu Data Admin

##### d. Tampilan Halaman Menu Data Penyakit

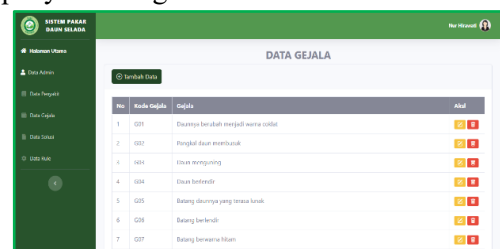
Halaman ini menampilkan daftar penyakit pada tanaman selada. Admin dapat mengelola data penyakit, seperti nama penyakit, penyebab, dan gambar, melalui antarmuka yang disediakan. Data pada halaman ini juga dapat diedit atau dihapus jika diperlukan.



Gambar 7. Tampilan Halaman Menu Data Penyakit

##### e. Tampilan Halaman Menu Data Gejala

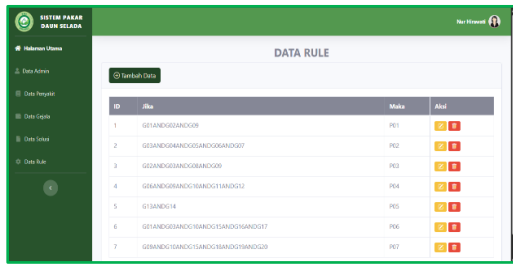
Halaman ini berisi gejala-gejala yang sering muncul, admin dapat menambahkan, mengedit, atau menghapus data gejala untuk memastikan sistem dapat mendiagnosis penyakit dengan akurat.



Gambar 8. Tampilan Halaman Menu Data Gejala

##### f. Tampilan Halaman Menu Data Rule

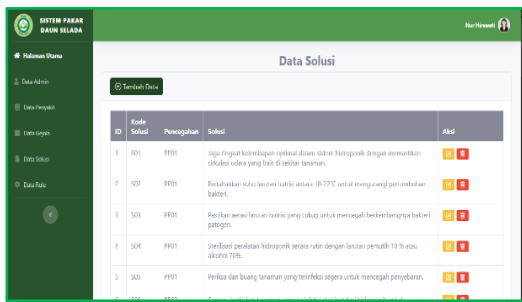
Halaman ini menampilkan aturan-aturan sebagai penghubung gejala dengan penyakit. Admin dapat mengelola data *rule* untuk memastikan sistem pakar dapat bekerja dengan logika yang tepat.



Gambar 9. Tampilan Halaman Menu Data Rule

**g. Tampilan Halaman Menu Data Solusi**

Halaman ini menampilkan daftar solusi atau penanganan yang sesuai dengan masing-masing penyakit tanaman selada. Pada gambar 10 di bawah ini, admin dapat menambahkan, mengedit, maupun menghapus solusi yang tersedia.



Gambar 10. Tampilan Halaman Menu Data Solusi

**2. Tampilan Halaman Petani**

Bagian ini menampilkan antarmuka yang dirancang khusus untuk pengguna petani. Halaman ini dibuat agar petani dapat dengan mudah mengakses fitur-fitur utama, seperti melakukan diagnosa, melihat daftar penyakit, dan memahami informasi tentang aplikasi

**a. Tampilan Halaman Utama Petani**

Pada gambar 11 di bawah, halaman utama petani dirancang sebagai titik awal bagi petani untuk mengakses berbagai fitur.



Gambar 11. Tampilan Halaman Utama Petani

**b. Tampilan Halaman Melakukan Diagnosa**

Halaman ini memungkinkan petani dapat melakukan diagnosa penyakit terhadap tanaman selada. Pada gambar 12 di bawah, petani dapat memilih gejala-gejala yang diamati pada tanaman, dan sistem akan

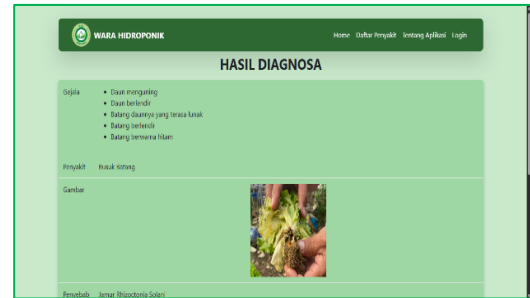
memproses data tersebut berdasarkan rule yang ada, untuk memberikan hasil diagnosa yang akurat.



Gambar 12. Tampilan Halaman Melakukan Diagnosa

**c. Tampilan Halaman Hasil Diagnosa**

Setelah proses diagnosa selesai, hasil diagnosa akan ditampilkan pada halaman ini seperti yang terlihat pada gambar 13, petani bisa melihat penyakit terindikasi, penyebab, gambar visual, dan solusi penanganan.



Gambar 13. Tampilan Halaman Hasil Diagnosa

**d. Tampilan Halaman Melihat Daftar Penyakit**

Halaman ini menyajikan daftar lengkap penyakit yang dapat menyerang tanaman selada, seperti yang terlihat pada gambar 14. Petani dapat mengakses detail tentang setiap penyakit, termasuk gejala, penyebab, gambar dan solusi.



Gambar 14. Tampilan Halaman Melihat Daftar Penyakit

**e. Tampilan Halaman Tentang Aplikasi**

Halaman ini berisi profil pengembang, tujuan pengembangan, dan media komunikasi pengembang.



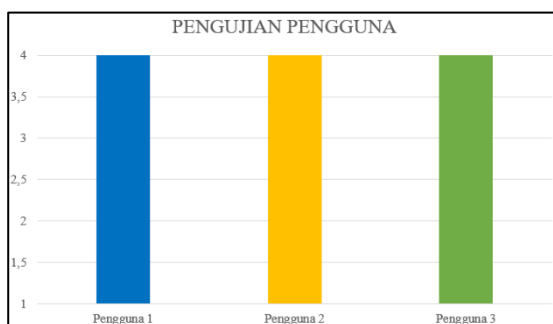
Gambar 15. Tampilan Halaman Tentang Aplikasi

#### 4. Pengujian

Tahap pengujian merupakan bagian krusial yang tidak boleh diabaikan sebelum aplikasi dinyatakan selesai dan siap digunakan. Tahap pengujian yang dilaksanakan ialah *black box testing*, pengujian ahli, dan pengujian pengguna.

##### A. Pengujian Black Box

Metode *black box testing* menguji perilaku fungsional aplikasi berdasarkan spesifikasi *requirements* tanpa mempertimbangkan struktur atau implementasi kode di dalamnya (*internal code structure*). Seluruh fitur yang diuji mampu merespons sesuai dengan yang diharapkan tanpa terjadi *error*, baik saat mengakses halaman, menekan tombol, maupun saat menjalankan proses utama sistem. Pengujian fungsionalitas sistem menghasilkan *output* “Sukses” pada seluruh *test case* yang dijalankan, yang mengindikasikan bahwa sistem memiliki stabilitas dan keandalan yang memadai. Hasil pengujian secara keseluruhan memberikan gambaran yang positif mengenai kinerja sistem dan kesiapannya untuk diimplementasikan.

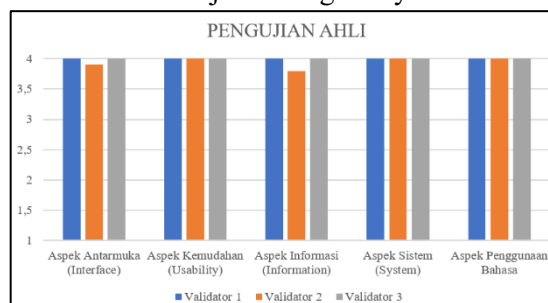


Gambar 16. Hasil Pengujian Sistem

##### B. Pengujian Ahli

Penulis melakukan validasi melalui pengujian oleh tiga orang ahli di bidang sistem pakar. Masing-masing ahli diminta untuk menilai aspek antarmuka (*interface*), aspek kemudahan (*usability*), aspek informasi (*information*), aspek sistem (*system*), dan aspek penggunaan bahasa. Nilai rata-rata yang didapatkan dari ketiga pengujian ahli

adalah 3,98 pada skala 1-4, sehingga kategori keseluruhan menjadi “Sangat Layak”.



Gambar 17. Hasil Pengujian Ahli

##### C. Pengujian Pengguna

Penulis juga melibatkan pengujian pengguna untuk menguji aplikasi dalam konteks penggunaan sehari-hari. Dengan menggunakan kuesioner yang sama, para pengguna memberikan nilai rata-rata 4 dari total tiga responden. Hal ini menandakan bahwa mereka menilai penggunaan aplikasi ini terbilang mudah dan sangat membantu dalam proses diagnosis. Pada gambar 18 di bawah ini, turut memperkuat kesimpulan bahwa aplikasi yang dikembangkan telah diterima dengan baik oleh pengguna dan siap untuk diimplementasikan.



Gambar 18. Hasil Pengujian Pengguna

#### 5. Rekomendasi bagi Petani

*Output* yang dihasilkan dari proses diagnosis sistem pakar tidak hanya memberikan informasi mengenai identifikasi penyakit, melainkan juga dilengkapi dengan rekomendasi penanganan yang tepat.

##### A. Penyakit Busuk Lunak

Penyakit ini ditandai dengan munculnya area basah yang tampak membusuk pada beberapa bagian tanaman. Area basah tersebut perlahan berubah warna menjadi cokelat

hingga kehitaman dan dapat menyebar ke dalam jaringan tanaman sehingga menyebabkan kerusakan yang signifikan (Naslia & Lakani, 2024).

- 1) Gejala: Daunnya berubah menjadi warna coklat, pangkal daun membusuk, dan daun layu
- 2) Solusi: Menjaga tingkat kelembapan optimal dalam sistem hidroponik dengan memastikan sirkulasi udara yang baik di sekitar tanaman, mempertahankan suhu larutan nutrisi antara 18-20°C, larutan nutrisi yang cukup untuk mencegah berkembangnya bakteri, sterilisasi peralatan hidroponik, serta memeriksa dan membuang tanaman yang sudah terinfeksi..

Gambar 19 di bawah ini merupakan gambar penyakit busuk lunak pada tanaman selada.



Gambar 19. Penyakit Busuk Lunak

### B. Penyakit Busuk Batang

Penyakit ini disebabkan oleh *Botryodiplodia theobromae* (*Diplodia* atau penyakit Bledok) termasuk ke dalam salah satu patogen paling merusak pada budidaya selada. Menurut Javandira dkk. (2023), penyakit ini memiliki laju penularan tinggi dan bersifat fatal, baik pada fase pembibitan maupun fase produksi di lapangan.

- a) Gejala: Daun menguning, daun berlendir, batang daunnya yang terasa lunak, batang berlendir, batang berwarna hitam
- b) Solusi: Singkirkan tanaman yang terinfeksi dari instalasi hidroponik untuk mencegah kontaminasi larutan nutrisi, memastikan *net pot*, *rockwool*, dan media tanaman lainnya steril sebelum digunakan, menyesuaikan rasio nutrisi dengan mengurangi nitrogen dan meningkatkan kalium dan fosfor, menggunakan fungisida nabati, rutin mengganti larutan nutrisi, dan setelah panen harus sterilisasi seluruh sistem hidroponik sebelum memulai siklus tanam baru.



Gambar 20. Penyakit Busuk Batang

### C. Penyakit Busuk Pangkal Daun

Tanaman selada sangat rentan terhadap berbagai penyakit, seperti penyakit busuk pangkal daun (*late blight*). Penyakit ini cenderung berkembang di lingkungan yang dingin dan lembap. Dampaknya dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara langsung, terutama pada hasil panen yang terinfeksi, kualitas tanaman yang menurun, dan peningkatan biaya produksi akibat kebutuhan pengendalian tambahan, sehingga diperlukan upaya pengendalian untuk mencegah penyebarannya dan meminimalkan kerugian yang lebih besar (Ulfa dkk., 2024).

- a) Gejala: Pangkal daun membusuk, daun menguning, pada ujung daun yang ditandai dengan perubahan warna menjadi kecoklatan, disertai dengan kelayuan pada helaian daun.
- b) Solusi: Posisikan tanaman agar pangkalnya tidak menyentuh nutrisi, jaga aliran NFT <0,5 cm, gunakan *net pot* kering untuk DFT, aplikasikan fungisida saat infeksi awal, atur jarak tanam untuk sirkulasi, dan cek pH serta EC harian.



Gambar 21. Penyakit Busuk Pangkal Daun

### D. Penyakit Busuk Akar

Penyakit ini menjadi ancaman utama bagi spesies tumbuhan, mencakup tanaman penghasil bahan pangan maupun komoditas bernilai ekonomi. Masalah ini disebabkan oleh berbagai patogen, termasuk jamur *Ganoderma*, yang menyerang akar dan menyebabkan kerusakan serius pada sistem perakaran. Akibatnya, penyakit ini dapat menurunkan produktivitas tanaman secara drastis hingga menyebabkan kematian massal, yang pada gilirannya berujung pada kerugian ekonomi yang besar bagi petani. Selain itu,

pengendalian penyakit ini sering kali memerlukan biaya tinggi dan pencegahan yang intensif, menjadikannya tantangan besar dalam praktik pertanian modern (Marsoni dkk., 2024).

- a) Gejala: Batang berlendir, daun layu, akar menghitam atau coklat, tanaman kurang kokoh, akar dicabut namun rambut akar tertinggal menyisakan akar utama.
- b) Solusi: Optimalkan oksigenasi dengan air stone dan pompa kurang lebih 0,5L/menit/10 L larutan, gunakan fungisida alami (bawang putih/neem), pilih varietas tahan penyakit, hindari menanam selada yang rentan terhadap penyakit akar di lahan yang sama secara berturut-turut, rutin sterilkan alat, dan ganti larutan tiap 7-14 hari.



Gambar 22. Penyakit Busuk Akar

#### E. Penyakit Mata Kodok

Gejala yang muncul seringkali dijuluki “bintik mata kodok” (*frog eyes*), yang mengindikasikan infeksi jamur *Cercospora capsici* penyebab bercak daun. Inokulum patogen dapat bertahan hidup pada residu tanaman terinfeksi serta biji selama periode satu musim tanam, serta dapat menyebar melalui angin atau percikan air, terutama dalam kondisi lembap yang mendukung pertumbuhannya (Berutu dkk., 2023).

- a) Gejala: Terdapat bercak-bercak coklat kehitaman yang berbentuk bulat dan pusat bercak pada daun selada biasanya berwarna pucat sampai putih hingga tepi berwarna lebih tua.
- b) Solusi: Potong daun selada yang sudah terinfeksi dan musnahkan daun tersebut. Bersihkan kebun dengan baik, karena gulma di sekitar kebun dapat membawa penyakit ini. Atur jarak tanam selada agar tidak terlalu rapat, guna mengurangi kelembapan di sekitar tanaman. Selain itu, pastikan untuk menguras dan mengganti air tandon serta melakukan sterilisasi instalasi untuk mencegah kembalinya penyakit pada musim tanam berikutnya.



Gambar 23. Penyakit Mata Kodok

#### F. Penyakit Layu Fusarium

*Fusarium* spp. merupakan kelompok jamur patogen tular tanah (*soil-borne pathogen*) yang menginfeksi tanaman melalui sistem perakaran, menyebabkan penyakit busuk atau layu. Penyebaran patogen dapat terjadi melalui udara, tanah, dan berbagai media seperti air, bahan tanaman, serta peralatan pertanian, yang memudahkan penyebaran jamur ini ke tanaman lainnya, terutama dalam kondisi lingkungan yang lembap dan hangat (Ramadhani & Fadillah, 2024).

- a) Gejala: Daunnya berubah menjadi warna coklat, daun menguning, akar menghitam atau coklat, tanaman layu, jaringan pengantar air pada batang dan akar berwarna coklat kemerahan, dan tanaman menjadi mengecil.
- b) Solusi: Penerapan rotasi tanaman dengan menanam komoditas non-inang sangat dianjurkan untuk memutus siklus hidup penyakit layu yang disebabkan oleh jamur *Fusarium*, gunakan substrat tanam steril (*rockwool* yang telah disterilkan atau media tanam inert lainnya) untuk setiap siklus tanam baru, mengatur jarak tanaman agar tidak terlalu dekat untuk menghindari penularan penyakit, cabut tanaman yang sudah terlihat layu dan buang jauh dari lahan tanam, dan sterilkan peralatan hidroponik secara rutin.



Gambar 24. Penyakit Layu *Fusarium*

#### G. Penyakit Layu Bakteri

Penyakit layu bakteri pada tanaman selada disebabkan oleh infeksi *Ralstonia solanacearum*, suatu patogen yang penyebarannya melalui media tanah. Bakteri ini dapat menyebabkan tanaman selada

mengalami layu, bahkan hingga kematian tanaman, yang berujung pada kerugian dalam hasil produksi. Penyebaran bakteri ini dapat terjadi melalui tanah yang terkontaminasi, irigasi, dan peralatan pertanian, sehingga memerlukan upaya pengendalian yang intensif untuk mencegah infeksi lebih lanjut (Sintalydiawati dkk., 2024).

- a) Gejala: Akar menghitam atau coklat, tanaman menjadi layu, daun tetap hijau dan melekat pada batang, akar dapat membusuk dan mengeluarkan sekresi kekuningan saat dipotong, dan batang yang terinfeksi menunjukkan garis-garis cokelat tua yang panjang.
- b) Solusi: Singkirkan seluruh tanaman yang terinfeksi dari instalasi hidroponik, termasuk akar dan media tanamnya, gunakan benih selada yang tahan terhadap penyakit atau telah disterilkan, melakukan rotasi tanaman untuk memutus siklus bakteri, semprotkan bakterisida berbasis tembaga secara hati-hati sesuai dosis yang dianjurkan untuk mengurangi infeksi, hindari irigasi berlebihan, implementasikan protokol sanitasi ketat, pertahankan suhu larutan nutrisi di bawah 24°C, karena bakteri berkembang pesat pada suhu hangat.



Gambar 25. Penyakit Layu Bakteri

## KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merealisasikan pembangunan sebuah sistem pakar diagnostik penyakit selada dengan mengadopsi teknik *forward chaining*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa semua *test case* fungsionalitas sistem berhasil dilalui (100%). Berdasarkan hasil uji validasi, baik ahli maupun pengguna memberikan penilaian positif terhadap sistem, dengan perolehan skor rata-rata berturut-turut sebesar 3,98 dan 4,00 pada skala Likert 4 titik. Nilai tersebut merefleksikan tingkat akurasi sistem serta kepuasan pengguna yang tergolong sangat tinggi. Sistem ini terbukti efektif dalam membantu petani melakukan identifikasi

penyakit secara cepat dan akurat, sekaligus mendokumentasikan diagnosa penyakit. Temuan ini menegaskan potensi penerapan teknologi sistem pakar dalam mendukung transformasi digital sektor pertanian. Untuk pengembangan selanjutnya, diperlukan perluasan basis pengetahuan dan integrasi teknologi canggih guna meningkatkan kapabilitas sistem.

## REFERENSI

- Amna, A., Asry, L., Asri, R., Dewi, R., & Mahendra, T. (2024). Pengembangan Sistem Informasi Penjualan Hasil Pertanian Berbasis Web. *Jurnal Teknik Informatika dan Terapan*, 2(02), 26–33.
- Appi, W. T. (2024). Pertumbuhan Dan Produksi Selada (*Lactuca Sativa L.*) Pada Berbagai Jenis Media Tanam Dan Air Kelapa Fermentasi Pada Hidroponik Sistem Wick. *Skripsi Universitas Hasanuddin Makassar*, 15(1), 37–48.
- Ayuningtyas, D. P., & Rositawati, F. (2025). Pemanfaatan AI dalam Smart Farming untuk Mencapai SDGs 2 (Zero Hunger) di Indonesia. *ANTASENA: Governance and Innovation Journal*, 3(1), 176–190. <https://doi.org/10.61332/antasena.v3i1.325>
- Berutu, L. H., Tantawi, A. R., & Wardani, D. K. (2023). Analisis Perbandingan Perkembangan Penyakit Bercah Daun (*Cercospora capsici*) pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L*) di Dataran Tinggi dan Dataran Rendah selama Musim Hujan Studi Kasus di Kabupaten Karo dan Deli Serdang. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 11(2), 261. <https://doi.org/10.35138/paspalum.v11i2.597>
- Dani. (2022). Respon Pertumbuhan Tanaman Selada Merah (*Lactuca sativa var. lollo rosa*) Dengan Pemberian Urin Sapi Dan Urin Kelinci Yang Terfermentasi. *Skripsi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung*, 5(1)(2527–845), 132–139.
- Faisal, F., Opitasari, O., & Mufti, A. (2024). Sistem Pakar Pendiagnosa Penyakit Mata Dengan Metode Forward Chaining. *Semnas Ristek (Seminar Nasional Riset dan Inovasi Teknologi)*, 8(01), 132–137. <https://doi.org/10.30998/semnasristek.v8i01.7146>

- Indonesia, B.-S. (2022). *Produksi Tanaman Sayuran Menurut Provinsi dan Jenis Tanaman*.  
<https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/ZUhFd1JtZzJWVVpqWTJsV05XTllhVmhRSzFoNFFUMDkjMw==/produksi-tanaman-sayuran-menurut-provinsi-dan-jenis-tanaman--2022.html?year=2022>
- Irvanka, D. S. (2023). Keragaan dan Kelayakan Usahatani Selada Hijau Dengan Sistem Hidroponik. *Skripsi Universitas Siliwangi*, 6.
- Javandira, C., Pratiwi, N. P. E., Ramdhoani, Widyastuti, L. P. Y., & Yuniti, I. G. A. D. (2023). Pengenalan Penyakit Busuk Batang pada Tanaman Jeruk di Desa Awan Kecamatan Kintamani. *Nusantara Community Empowerment Review*, 1(2), 61–67.  
<https://doi.org/10.55732/ncer.v1i2.957>
- Jumiono, A., Judianto, L., Apriyanto, Suryanto, A., Nuriadi, Fanani, M. Z., & Rusliyadi, M. (2024). *Pengantar Ilmu Pertanian*. PT. Shonpedia Publishing Indonesia.
- Marsoni, A., Pramudita, A. M., Muzakki, F., & Robo, E. M. (2024). Literatur Review : Pendekatan Random Forest Untuk Klasifikasi Penyakit Busuk Akar Pada Tanaman. *Buletin Ilmiah Ilmu Komputer dan Multimedia Volume*, 2(3), 560–567.
- Maulina, D., & Wulanningsih, A. M. (2020). Metode Certainty Factor Dalam Penerapan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Anak. *Journal of Information System Management (JOISM)*, 2(1), 23–32.  
<https://doi.org/10.24076/joism.2020v2i1.171>
- Naslia, & Lakani, I. (2024). Efektivitas Bakteri Bacillus Sp. Terhadap Pectobacterium Carotovorum Penyebab Penyakit Busuk Lunak Pada Tanaman Sawi ( Brassica Juncea L). *Tadulako University*, 12(5), 1328–1337.
- Palopo, B. P. S. (2020). Pengaruh Sumber Daya Alam, Jumlah Tenaga Kerja Dan Jumlah Penduduk Terhadap Kemandirian Keuangan Daerah. In *Galang Tanjung* (Nomor 2504).
- Pugu, M. R., Riyanto, S., & Haryadi, R. N. (2024). *Metodologi Pertanian*. PT. Shonpedia Publishing Indonesia.
- Qoyim, Z. (2024). Pengaruh Berbagai Kombinasi Media Tanam Dan Dosis Pupuk Npk Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (Lactuca Sativa L). *Skripsi Universitas Islam Balitar*, 1–23.
- Ramadhani, A. P., & Fadillah, R. (2024). Teknik Pengendalian Hama Dan Penyakit Tanaman Vanili (Vanilia Planifolia Andrews) Di Kebun Dinas UPTD Provinsi Nusa Tenggara Timur. Sintalydiawati, A., Fitriyanti, D., & Liestiany, E. (2024). Uji Efektivitas Daun Sirih Dalam Menghambat Pertumbuhan Layu Bakte. *Seminar Nasional Kontribusi ...*, 58–65.  
<https://prosiding.flmunhanri.org/index.php/senaskonsi/article/view/47%0Ahttps://prosiding.flmunhanri.org/index.php/senaskonsi/article/download/47/23>
- Saputra, G. E., Simbolon, R. F., Hanindia, M., & Swari, P. (2024). Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Menggunakan Algoritma Dempster Shafer. *Seminar Nasional Informatika Bela Negara (SANTIKA) ISSN*, 4, 6–13.
- Sari, J. A., & Diana, B. A. (2024). Dampak Transformasi Digitalisasi terhadap Perubahan Perilaku Masyarakat Pedesaan. *Jurnal Pemerintahan dan Politik*, 9(2), 88–96.  
<https://doi.org/10.36982/jpg.v9i2.3896>
- Septiani, E. R., Rozaki, Z., Wulandari, R., & Suryani, C. A. (2022). Transformasi Digital di Pertanian dengan Peran Proaktif Generasi Muda. *Seminar Nasional Agribisnis*, 103–108.
- Sintalydiawati, A., Fitriyanti, D., & Liestiany, E. (2024). Uji Efektivitas Daun Sirih Dalam Menghambat Pertumbuhan Layu Bakteri Ralstonia solanacearum Pada Tanaman Terung. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 7(1), 770–779.  
<https://doi.org/10.20527/jppt.v7i1.2399>
- Ulfa, H., Maulana, H., Fimawahib, L., & Erwis, F. (2024). Akurasi Citra Image Penyakit Daun Kentang berdasarkan Citra Sehat, Citra Early Blight, dan Citra Late Blight Menggunakan Convolutional Neural Network ( CNN ). *Riau Journal of Computer Science*, 10(2), 167–174.