

SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT PADI BERBASIS WEB DENGAN METODE HYBRID CERTAINTY FACTOR DAN FORWARD CHAINING SERTA INTEGRASI AI

Muchammad Issom Agustian, Hindarto, Ade Eviyanti, Sumarno

Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Jl. Mojopahit No.666 B, Sidowayah, Celep, Kec. Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61215

issomagustian1@gmail.com

ABSTRAK

Penyakit tanaman padi merupakan salah satu faktor utama yang menyebabkan penurunan produktivitas dan kualitas hasil panen. Proses diagnosis di lapangan masih banyak bergantung pada pengalaman petani, sehingga berpotensi menimbulkan ketidaktepatan akibat kemiripan gejala antar penyakit. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi berbasis web menggunakan metode *hybrid Forward Chaining* dan *Certainty Factor* dengan integrasi *Artificial Intelligence* untuk menghasilkan rekomendasi solusi. Metode *Forward Chaining* digunakan untuk melakukan penelusuran aturan berbasis gejala, sedangkan *Certainty Factor* digunakan untuk menangani ketidakpastian dengan menghitung tingkat keyakinan diagnosis. Sistem dikembangkan menggunakan metode *Expert System Development Life Cycle (ESDLC)* dan diuji menggunakan *black-box testing*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan diagnosis yang akurat, disertai tingkat keyakinan dan rekomendasi penanganan yang relevan. Sistem ini diharapkan dapat membantu proses diagnosis dini penyakit tanaman padi secara mandiri dan efektif.

Kata kunci : *Certainty Factor; Forward Chaining; Intergrasi AI; Penyakit Tanaman Padi; Sistem Pakar*

1. PENDAHULUAN

Pertanian memiliki peran strategis dalam menjaga ketahanan pangan dan mendukung perekonomian nasional, khususnya di negara agraris seperti Indonesia [1]. Tanaman padi (*Oryza sativa L.*) merupakan komoditas pangan utama karena beras menjadi sumber makanan pokok bagi sebagian besar masyarakat [2]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), produksi padi nasional tercatat sebesar 53,98 juta ton gabah kering giling (GKG) pada 2023, namun pada 2024 mengalami penurunan menjadi sekitar 52,66 juta ton GKG, atau turun sekitar 1,32 juta ton (2,45%). Penurunan produksi tersebut menunjukkan bahwa serangan organisme pengganggu tanaman, khususnya penyakit tanaman padi, menjadi salah satu faktor yang berkontribusi terhadap menurunnya produktivitas dan kualitas hasil panen. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas dan kualitas hasil panen padi menjadi perhatian penting dalam pembangunan sektor pertanian[3].

Namun demikian, budidaya tanaman padi masih menghadapi berbagai kendala, salah satunya adalah serangan penyakit tanaman [4]. Penyakit seperti blas, hawar daun bakteri, hawar pelepah, tungro, bercak cokelat dan bercak bergaris yang dapat menurunkan hasil panen secara signifikan [5]. Proses diagnosis penyakit di lapangan umumnya masih mengandalkan pengalaman petani dan pengamatan visual sederhana, sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan diagnosis akibat kemiripan gejala antar penyakit [6]. Keterbatasan akses terhadap pakar pertanian juga menyebabkan keterlambatan penanganan yang berdampak pada kerugian hasil panen [7].

Perkembangan teknologi informasi membuka peluang penerapan sistem pakar sebagai alat bantu diagnosis penyakit tanaman [8]. Sistem pakar mampu

merepresentasikan pengetahuan pakar ke dalam basis pengetahuan dan mesin inferensi untuk menghasilkan keputusan berbasis gejala. Metode *Forward Chaining* banyak digunakan dalam sistem pakar diagnosis karena mampu menelusuri fakta menuju kesimpulan secara sistematis. Namun, metode ini bersifat deterministik dan belum mampu menangani ketidakpastian ketika gejala tidak terpenuhi secara lengkap.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, metode *Certainty Factor* digunakan guna menghitung tingkat keyakinan diagnosis berdasarkan bobot kepercayaan pakar terhadap setiap gejala. Penggabungan metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* dalam pendekatan *hybrid* memungkinkan sistem menghasilkan diagnosis yang lebih informatif dan fleksibel. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi berbasis web menggunakan metode *hybrid Forward Chaining* dan *Certainty Factor* dengan integrasi *Artificial Intelligence* untuk menghasilkan rekomendasi solusi yang relevan dan mendukung diagnosis dini secara mandiri dan efektif.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan sistem berbasis komputer yang dikembangkan untuk meniru kemampuan seorang pakar dalam memecahkan permasalahan tertentu melalui pemanfaatan basis pengetahuan dan mekanisme inferensi [9]. Sistem pakar bekerja dengan merepresentasikan pengetahuan pakar ke dalam aturan-aturan logis yang digunakan untuk menarik kesimpulan secara sistematis berdasarkan fakta atau gejala yang diberikan

pengguna. Penelitian lain menyatakan bahwa sistem pakar sangat efektif diterapkan pada proses diagnosis karena mampu memberikan keputusan yang konsisten dan terstruktur tanpa ketergantungan langsung pada pakar, termasuk dalam bidang pertanian untuk mendiagnosis penyakit tanaman.

2.2. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian [10] mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi berbasis web menggunakan metode Certainty Factor dengan data gejala yang diperoleh dari pakar pertanian di Kecamatan Barus, Kabupaten Tapanuli Tengah. Sistem diuji melalui perbandingan hasil diagnosis sistem dan pakar dengan tingkat akurasi sebesar 95%. Kelebihan penelitian ini terletak pada kemampuan Certainty Factor dalam menangani ketidakpastian, namun sistem belum memiliki mekanisme penelusuran aturan diagnosis yang sistematis serta belum didukung integrasi kecerdasan buatan untuk rekomendasi solusi.

Pada penelitian [11] mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi berbasis web menggunakan metode Forward Chaining dengan data 13 gejala dan 5 jenis penyakit di Desa Kenduren, Kabupaten Demak. Sistem diuji menggunakan white-box dan black-box testing dengan hasil kesesuaian fungsional sebesar 100%. Kelebihan penelitian ini terletak pada proses inferensi yang sistematis, namun metode yang digunakan bersifat deterministik sehingga belum mampu menangani ketidakpastian gejala, tidak menghasilkan nilai tingkat keyakinan, serta belum mengintegrasikan kecerdasan buatan dalam rekomendasi penanganan penyakit.

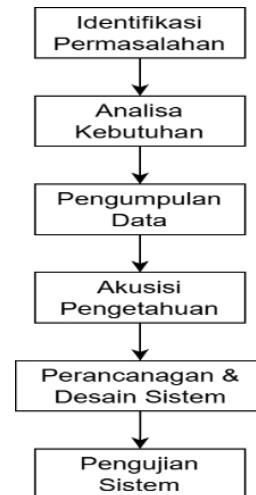
Pada penelitian [12] mengembangkan sistem pakar diagnosis hama blas dan kresak pada tanaman padi menggunakan metode Forward Chaining di Kabupaten Mandailing Natal. Data yang digunakan terdiri dari 15 gejala dan 2 jenis penyakit yang diperoleh melalui observasi lapangan dan wawancara pakar. Hasil penelitian menunjukkan sistem mampu memberikan diagnosis dan solusi pengendalian penyakit dengan tingkat akurasi sebesar 94%. Kelebihan penelitian ini terletak pada proses inferensi yang sistematis dan mudah dipahami oleh petani, namun sistem masih bersifat deterministik sehingga belum mampu menangani ketidakpastian gejala dan tidak menghasilkan nilai tingkat keyakinan diagnosis.

Pada penelitian [13] mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi menggunakan metode Certainty Factor dengan data 32 gejala dan 7 jenis penyakit yang diperoleh dari studi literatur dan pakar. Sistem diuji menggunakan confusion matrix dengan hasil akurasi sebesar 80% serta menghasilkan nilai tingkat keyakinan diagnosis, dengan nilai tertinggi mencapai 90,88% pada kasus penyakit kerdil rumput. Kelebihan penelitian ini terletak pada kemampuannya menangani ketidakpastian, namun sistem belum memiliki mekanisme penelusuran aturan

secara logis seperti Forward Chaining dan belum mengintegrasikan metode hybrid untuk meningkatkan ketepatan diagnosis.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam pengembangan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi adalah *Expert System Development Life Cycle (ESDLC)*, dengan tahapan sebagai berikut:



Gambar 1. Metode ESDLC

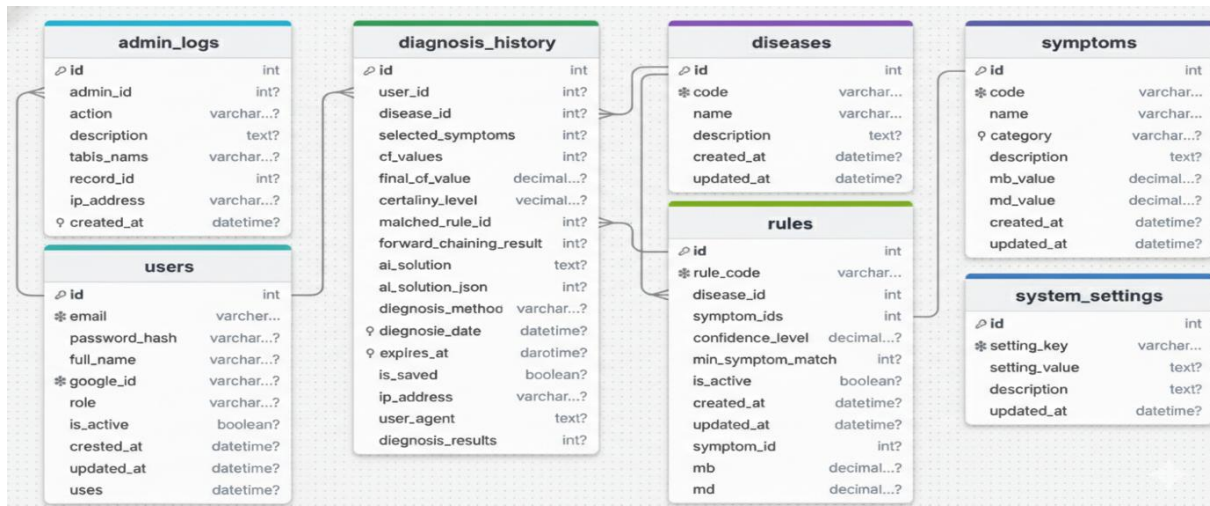
- Identifikasi Masalah**
Penulis mengidentifikasi permasalahan terkait proses diagnosis penyakit tanaman padi yang masih dilakukan secara manual dan bergantung pada pengalaman, sehingga berpotensi menimbulkan ketidaktepatan hasil diagnosis.
- Analisa Kebutuhan**
Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan sistem untuk menentukan fungsi diagnosis, pengelolaan data gejala dan penyakit, serta penyajian hasil diagnosis beserta tingkat keyakinan.
- Pengumpulan Data**
Pengumpulan data dilakukan melalui studi literature, referensi ilmiah, dan wawancara pakar tanaman padi untuk memperoleh data gejala, penyakit, dan pengetahuan pakar yang digunakan sebagai dasar sistem pakar.
- Akuisisi Pengetahuan**
Data yang telah dikumpulkan direpresentasikan ke dalam aturan diagnosis berbasis metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor*.
- Perancangan dan Desain Sistem**
Penulis merancang alur sistem dan struktur basis data untuk mendukung proses diagnosis penyakit tanaman padi berbasis web.
- Pengujian Sistem**
Pengujian dilakukan menggunakan metode *black-box testing* untuk memastikan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. ERD

ERD pada Gambar 2 menunjukkan struktur basis data sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi yang terdiri dari entitas *users*, *admin_logs*, *diseases*, *rules*, dan *diagnosis_history*. Entitas *rules* menghubungkan data gejala dan penyakit sebagai

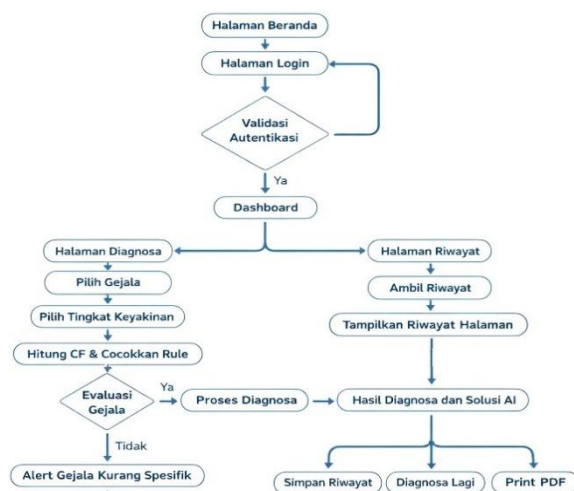
dasar proses inferensi, sedangkan *diagnosis_history* menyimpan hasil diagnosis beserta nilai *Certainty Factor* dan riwayat pengguna. Entitas pendukung digunakan untuk pengelolaan sistem dan pencatatan aktivitas, sehingga seluruh proses diagnosis dan manajemen data dapat berjalan secara terstruktur dan konsisten.



Gambar 2. ERD

4.2. Flowchart

Flowchart pada Gambar 3 menunjukkan alur sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi yang diawali proses login dan validasi pengguna hingga masuk ke Dashboard. Pengguna dapat melakukan diagnosa dengan memilih gejala dan tingkat keyakinan, yang kemudian diproses menggunakan metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* untuk menghasilkan diagnosis dan rekomendasi solusi berbasis *Artificial Intelligence*, atau mengakses riwayat untuk menampilkan hasil diagnosis sebelumnya, di mana hasil diagnosis dapat disimpan, diulang, atau dicetak dalam bentuk PDF.



Gambar 3. Flowchart Sistem

4.3. Data Gejala

Tabel 4 menampilkan daftar gejala tanaman padi yang digunakan sebagai fakta dalam proses diagnosis sistem pakar, masing-masing diberi kode G01 hingga G034. Data gejala ini menjadi dasar pembentukan *rule base* dan proses inferensi menggunakan metode *Forward Chaining*, serta digunakan dalam perhitungan *Certainty Factor* untuk menentukan tingkat keyakinan hasil diagnosis.

Tabel 1. Data Gejala

Kode	Nama Gejala
G01	Bercak pada daun berbentuk belah ketupat
G02	Tengah bercak abu-abu keputihan dengan tepi coklat kehitaman
G03	Leher malai menghitam dan membusuk
G04	Malai patah atau tidak berisi (gabah hampa)
G05	Tanaman tampak mengering sebagian
G06	Daun menguning dari ujung daun, lalu menyebar ke pangkal
G07	Daun berwarna coklat seperti jerami
G08	Daun mengeluarkan lendir kekuningan saat diremas
G09	Daun tampak layu dan kering
G010	Tanaman terlihat seperti terbakar
G011	Bercak oval atau tidak beraturan pada pelepah
G012	Bercak abu-abu kehijauan dengan tepi coklat
G013	Bercak menyatu dan meluas ke atas
G014	Tanaman tampak rebah
G015	Pertumbuhan terganggu dan anakan berkurang
G016	Bercak kecil bulat atau oval pada daun
G017	Bercak coklat tua dengan titik tengah lebih gelap
G018	Daun tampak bercak-bercak merata
G019	Daun mengering

Kode	Nama Gejala
G020	Gabah terlihat bercak hitam kecoklatan
G021	Daun berubah warna menjadi kuning-oranye
G022	Tanaman kerdil
G023	Anakan berkurang drastis
G024	Daun kaku dan sempit
G025	Malai pendek dan gabah hampa
G026	Pertumbuhan tanaman tidak seragam
G027	Pelepah bagian bawah menghitam
G028	Batang menjadi lunak dan busuk
G029	Terdapat butiran hitam (sklerotia) di dalam pelepah
G030	Tanaman mudah dicabut
G031	Bercak berbentuk garis sempit atau lonjong pada daun
G032	Bercak coklat tua hingga keunguan dengan tepi lebih gelap dan tengah lebih terang
G033	Daun tampak kasar dan kering dengan bercak yang menyebar secara merata
G034	Gabah tidak terisi sempurna

4.4. Data Penyakit

Tabel 5 menyajikan tujuh jenis penyakit tanaman padi yang digunakan sebagai basis diagnosis dalam sistem pakar, masing-masing direpresentasikan dengan kode P01 hingga P07. Data penyakit ini berperan sebagai hipotesis diagnosis yang ditentukan berdasarkan kombinasi gejala yang dipilih pengguna. Pengkodean penyakit bertujuan mempermudah proses pembentukan *rule base*, inferensi sistem, serta penyajian hasil diagnosis dan rekomendasi penanganan secara terstruktur.

Tabel 2. Daftar Penyakit

Kode	Nama Penyakit
P01	Blas (Blast)
P02	Hawar Daun Bakteri
P03	Hawar Pelepah
P04	Bercak Cokelat
P05	Tungro
P06	Busuk Batang
P07	Bercak Bergaris

4.5. Basis Pengetahuan

Basis Basis pengetahuan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi disusun dalam bentuk relasi antara penyakit, gejala, serta nilai *Measure of Belief* (MB) dan *Measure of Disbelief* (MD) dari pakar, di mana setiap gejala dapat berelasi dengan lebih dari satu penyakit sehingga memungkinkan terjadinya tumpang tindih gejala antarpenyakit. Basis pengetahuan ini digunakan dalam proses inferensi dengan metode *hybrid Forward Chaining* dan *Certainty Factor*, di mana *Forward Chaining* mencocokkan seluruh gejala yang dipilih pengguna secara paralel untuk menentukan kandidat penyakit tanpa mengharuskan terpenuhinya aturan secara lengkap, sedangkan *Certainty Factor* menghitung tingkat keyakinan setiap kandidat penyakit secara akumulatif berdasarkan nilai MB dan MD yang dikombinasikan dengan tingkat keyakinan pengguna. Untuk menjaga keakuratan hasil diagnosis, sistem

menerapkan validasi jumlah gejala minimum, penalti pada penyakit dengan kecocokan gejala rendah, serta threshold nilai *Certainty Factor* sebagai penentu validitas diagnosis sebelum ditampilkan kepada pengguna.

4.6. Forward Chaining

Metode *Forward Chaining* merupakan teknik inferensi yang digunakan dalam sistem pakar untuk melakukan penalaran secara data-driven, yaitu dengan memulai proses dari fakta awal berupa gejala yang diberikan pengguna menuju kesimpulan akhir berupa diagnosis penyakit. Metode *Forward Chaining* diterapkan dengan mencocokkan gejala yang dipilih pengguna terhadap aturan diagnosis berbentuk logika *IF-THEN* yang tersimpan dalam basis pengetahuan [14]. Aturan *Forward Chaining* pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 3. Rule Base

No	Rule Base	
1	IF G01, G02, G03, G04, G05 THEN	P01
2	IF G06, G07, G08, G09, G010 THEN	P02
3	IF G011, G012, G013, G014, G015 THEN	P03
4	IF G016, G017, G018, G019, G020 THEN	P04
5	IF G021, G022, G023, G024, G025, G026 THEN	P05
6	IF G027, G028, G029, G030, G014 THEN	P06
7	IF G031, G032, G033, G034 THEN	P07

4.7. Certainty Factor

Metode *Certainty Factor* digunakan untuk untuk menangani ketidakpastian dalam penalaran [15]. Setiap gejala memiliki nilai MB (*Measure of Belief*) dan MD (*Measure of Disbelief*) yang diperoleh dari referensi pakar. Nilai tersebut digunakan untuk menentukan seberapa besar keyakinan bahwa suatu gejala mendukung atau melemahkan kemungkinan suatu penyakit. Berikut adalah penjelasan dari rumus *Certainty Factor* :

$$CF(H, E) = MB(H, E) - MD(H, E)$$

Keterangan :

- $CF[H, E]$ = Ukuran faktor kepastian
- $MB[H, E]$ = Ukuran kepercayaan terhadap hipotesis h, jia nilai evidence e (antara 0 dan 1)
- $MD[H, E]$ = Ukuran ketidakpercayaan terhadap hipotesis h, jia nilai evidence e (antara 0 dan 1)

Selanjutnya perhitungan nilai *Certainty Factor* akan dilakukan dengan melakukan kombinasi nilai-nilai dari gejala. Perhitungan CF kombinasi akan dilakukan hingga gejala terakhir yang telah di masukkan pengguna. Seperti terlihat pada rumus berikut ini.

$$CF_{combine} = CF_1 + CF_2 \times (1 - CF_1)$$

Keterangan :

- CF Combine $[H, E]_{1,2}$ = Nilai dari kombinasi $CF[H, E]_1$ dan $CF[H, E]_1$

Untuk menghitung nilai kepastian dari rumus diatas maka dibutuhkan sebuah tabel nilai keyakinan dari pakar yang berhubungan, berikut adalah tabel nilai keyakinan dan nilai MB & MD yang digunakan sebagai acuan nilai keyakinan user dan nilai bobot pakar.

Tabel 4. Nilai Keyakinan CF

Nilai CF	Bobot Keyakinan
1	Pasti
0.8	Hampir Pasti
0.6	Kemungkinan Besar
0.4	Mungkin
0.2	Tidak Tahu
0	Tidak Ada

Tabel Tabel 2 menunjukkan skala nilai *Certainty Factor* yang digunakan untuk menginterpretasikan tingkat keyakinan hasil diagnosis. Nilai CF berada pada rentang 0 hingga 1, di mana nilai yang semakin mendekati 1 menunjukkan tingkat keyakinan yang semakin tinggi.

Tabel 5. Nilai MB & MD

Penyakit	Kode Gejala	MB	MD
Blas (Blast)	G01	0,90	0,05
	G02	0,80	0,10
	G03	0,85	0,02
	G04	0,75	0,15
	G05	0,60	0,25
Hawar Daun Bakteri	G06	0,85	0,05
	G07	0,80	0,10
	G08	0,90	0,02
	G09	0,65	0,25
	G010	0,70	0,20
Hawar Pelepah	G011	0,80	0,10
	G012	0,85	0,05
	G013	0,75	0,15
	G014	0,60	0,25
	G015	0,60	0,30
Bercak Coklat	G016	0,80	0,15
	G017	0,85	0,05
	G018	0,70	0,20
	G019	0,60	0,30
	G020	0,75	0,15
Tungro	G021	0,90	0,05
	G022	0,90	0,10
	G023	0,80	0,15
	G024	0,75	0,20
	G025	0,85	0,10
	G026	0,70	0,20
Busuk Batang	G027	0,85	0,10
	G028	0,90	0,05
	G029	0,95	0,02
	G030	0,80	0,15
	G031	0,70	0,20
Bercak Bergaris	G032	0,90	0,10
	G033	0,85	0,15
	G034	0,70	0,20
	G035	0,65	0,25

Tabel 3 menyajikan nilai *Measure of Belief* (MB) dan *Measure of Disbelief* (MD) yang merepresentasikan tingkat kepercayaan dan

ketidakpercayaan pakar terhadap keterkaitan gejala dengan penyakit. Nilai MB dan MD digunakan sebagai dasar perhitungan *Certainty Factor* untuk menentukan tingkat keyakinan diagnosis.

Sebagai contoh, seorang pengguna memilih tiga gejala yang berhubungan dengan penyakit Tungro (P05), yaitu G023, G025, dan G026. Berdasarkan tabel nilai keyakinan pakar, masing-masing gejala memiliki nilai *Measure of Belief* (MB) dan *Measure of Disbelief* (MD) sebagai berikut:

Gejala G023: MB = 0,8 dan MD = 0,15 $\rightarrow$ CF₁ = 0,65

Gejala G025: MB = 0,85 dan MD = 0,1 $\rightarrow$ CF₂ = 0,75

Gejala G026: MB = 0,7 dan MD = 0,2 $\rightarrow$ CF₃ = 0,50

Misal pengguna memberikan tingkat keyakinan pasti untuk gejala sebagai berikut:

G23 $\rightarrow$ Pasti (1.0)

G25 $\rightarrow$ Hampir Pasti (0.8)

G26 $\rightarrow$ Mungkin (0.4)

Nilai *Certainty Factor* untuk setiap gejala kemudian dihitung dengan mengalikan nilai CF pakar dengan nilai CF pengguna, sehingga diperoleh:

$$CF_1 = 0,65 \times 1,0 = 0,65$$

$$CF_2 = 0,75 \times 0,8 = 0,60$$

$$CF_3 = 0,50 \times 0,4 = 0,20$$

Langkah pertama dilakukan kombinasi antara CF₁ dan CF₂ menggunakan rumus kombinasi *Certainty Factor*:

$$CF_{1,2} = CF_1 + CF_2 \times (1 - CF_1)$$

$$CF_{1,2} = 0,65 + (0,60 \times (1 - 0,65))$$

$$CF_{1,2} = 0,65 + 0,21 = 0,86$$

Selanjutnya, nilai CF_{1,2} dikombinasikan dengan CF₃:

$$CF_{1,2,3} = CF_{1,2} + CF_3 \times (1 - CF_{1,2})$$

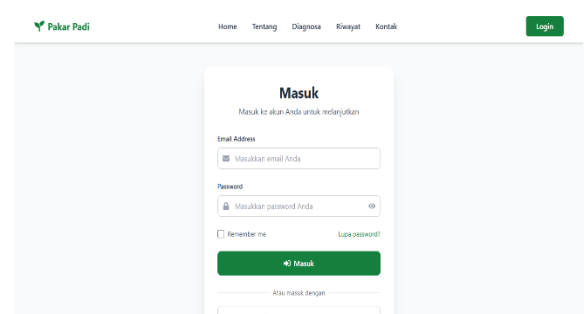
$$CF_{1,2,3} = 0,86 + (0,20 \times (1 - 0,86))$$

$$CF_{1,2,3} = 0,86 + 0,028 = 0,888$$

Berdasarkan hasil tersebut, diperoleh nilai *Certainty Factor* akhir sebesar 0,888 atau 88,8%, yang kemudian diinterpretasikan menggunakan tabel tingkat keyakinan sebagai diagnosis dengan tingkat keyakinan sangat tinggi.

4.8. Halaman Login User

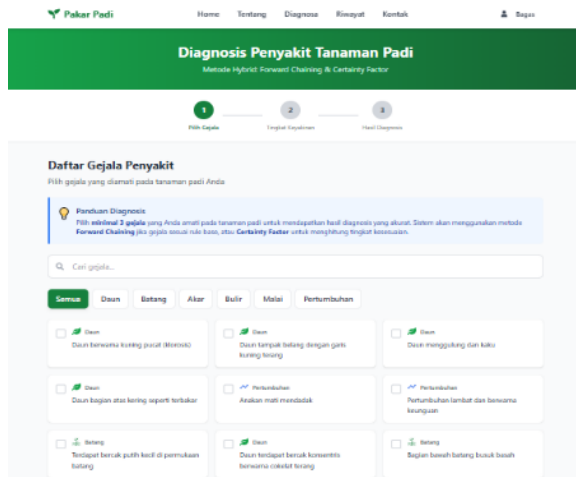
Halaman login user pada Gambar 4 digunakan untuk melakukan autentikasi pengguna sebelum mengakses fitur diagnosis, dengan memasukkan email dan kata sandi yang telah terdaftar guna menjaga keamanan dan penyimpanan data pengguna.



Gambar 4. Halaman Login User

4.9. Halaman Diagnosa

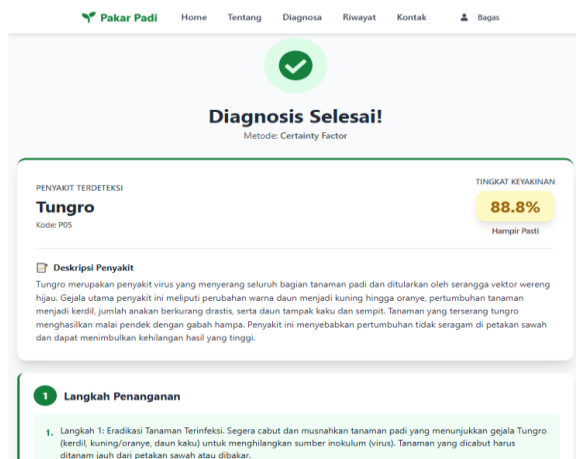
Halaman diagnosis pada Gambar 5 digunakan oleh pengguna untuk memilih gejala penyakit tanaman padi yang diamati melalui daftar gejala yang tersedia. Gejala yang dipilih selanjutnya diproses oleh sistem menggunakan metode *hybrid Forward Chaining* dan *Certainty Factor* untuk menghasilkan hasil diagnosis beserta tingkat keyakinannya.



Gambar 5. Halaman Diagnosa

4.10. Halaman Hasil Diagnosa

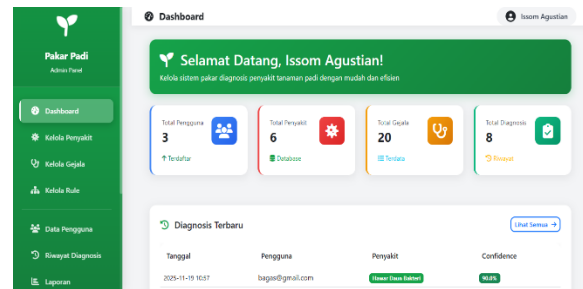
Halaman hasil diagnose pada Gambar 6 menampilkan jenis penyakit tanaman padi yang terdeteksi berdasarkan gejala yang dipilih pengguna, disertai nilai *Certainty Factor* sebagai tingkat keyakinan hasil diagnosis serta informasi penanganan yang direkomendasikan oleh sistem.



Gambar 6. Halaman Hasil Diagnosa

4.11. Halaman Dashboard Admin

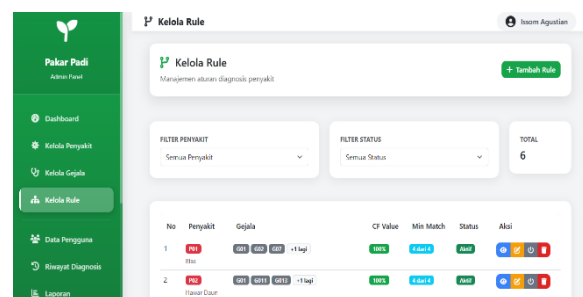
Halaman dashboard admin pada Gambar 7 berfungsi sebagai pusat pengelolaan sistem pakar setelah admin berhasil login. Melalui halaman ini, admin dapat mengelola data gejala, data penyakit, dan rule base yang digunakan dalam proses diagnosis.



Gambar 7. Halaman Dashboard Admin

4.12. Halaman Kelola Rule

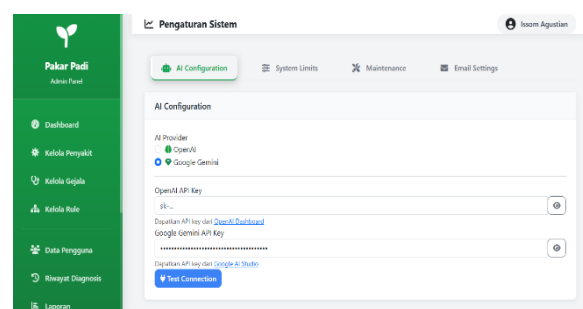
Halaman kelola *rule* pada Gambar 8 digunakan oleh admin untuk mengelola aturan diagnosis yang menghubungkan gejala dan penyakit dalam sistem pakar. Pada halaman ini, admin dapat menambahkan, mengubah, dan menghapus rule sebagai dasar proses inferensi menggunakan metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor*.



Gambar 8. Halaman Kelola Rule

4.13. Halaman Konfigurasi AI

Halaman konfigurasi AI pada Gambar 9 digunakan admin untuk memilih penyedia AI, memasukkan *API Key*, dan menguji koneksi guna mendukung pemberian rekomendasi solusi pada sistem pakar.



Gambar 9. Halaman Konfigurasi AI

4.14. Artificial Intelligence

Artificial Intelligence (AI) pada sistem ini diimplementasikan sebagai komponen pendukung keputusan yang berfungsi setelah proses diagnosis penyakit selesai dilakukan menggunakan metode *hybrid Forward Chaining* dan *Certainty Factor*. Model AI tidak digunakan untuk menentukan diagnosis, melainkan untuk menghasilkan rekomendasi solusi penanganan penyakit berdasarkan hasil diagnosis dan tingkat keyakinan yang diperoleh.

Integrasi AI dilakukan melalui layanan text generation berbasis API yang dikonfigurasi oleh admin, sehingga sistem mampu menyajikan rekomendasi penanganan yang bersifat informatif, kontekstual, dan mudah dipahami oleh pengguna. Dengan pendekatan ini, AI berperan sebagai pelengkap sistem pakar untuk memperkaya keluaran diagnosis tanpa mengubah mekanisme inferensi utama yang telah dirancang.

4.15. Pengujian Black-Box Testing

Pengujian *black-box testing* dilakukan untuk menguji fungsi-fungsi utama sistem tanpa melihat struktur kode program. Pengujian ini bertujuan memastikan setiap fitur dapat berjalan sesuai dengan skenario penggunaan yang telah ditentukan, baik pada sisi pengguna maupun administrator. Seperti yang ditunjukkan pada tabl 6.

Tabel 6. Pengujian Black box Testing

Akses	Pengujian	Hasil
User	Dapat melakukan login ke sistem	Berhasil
User	Dapat melihat halaman dashboard	Berhasil
User	Dapat melakukan proses diagnosa penyakit padi	Berhasil
User	Dapat melihat hasil diagnosis	Berhasil
User	Dapat melihat riwayat diagnosis	Berhasil
User	Dapat melakukan logout dari sistem	Berhasil
User	Dapat melakukan logout dari sistem	Berhasil
Admin	Dapat melakukan login ke sistem	Berhasil

Akses	Pengujian	Hasil
Admin	Dapat mengelola data gejala (tambah, edit, hapus)	Berhasil
Admin	Dapat mengelola data penyakit (tambah, edit, hapus)	Berhasil
Admin	Dapat mengelola data rule base (tambah, edit, hapus)	Berhasil
Admin	Dapat mengelola data user (hapus, jadikan admin/user)	Berhasil
Admin	Dapat melakukan konfigurasi AI	Berhasil
Admin	Dapat melakukan logout dari sistem	Berhasil

4.16. Pengujian Hasil Diagnosa

Pengujian hasil diagnosa dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis sistem dan pakar berdasarkan kombinasi gejala lengkap dan parsial sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 7. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kondisi gejala lengkap, metode *Forward Chaining* mampu menghasilkan diagnosis yang sesuai dengan pakar, sedangkan pada kondisi gejala parsial sistem tetap menghasilkan diagnosis yang akurat melalui perhitungan *Certainty Factor* untuk menentukan tingkat keyakinan. Seluruh skenario pengujian menunjukkan kesesuaian antara hasil sistem dan pakar, sehingga metode *hybrid Forward Chaining* dan *Certainty Factor* terbukti mampu meningkatkan keandalan sistem dalam mendiagnosis penyakit tanaman padi meskipun gejala yang diberikan tidak lengkap.

Tabel 7. Pengujian Hasil Diagnosa

Gejala	Hasil Sistem	Hasil Pakar	Keterangan
G01,G02,G03,G04,G05	Blas	Blas	Sesuai
G06,G07,G08,G09,G010	Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri	Sesuai
G011,G012,G013,G014,G015	Hawar Pelepah	Hawar Pelepah	Sesuai
G016,G017,G018,G019,G020	Bercak Cokelat	Bercak Cokelat	Sesuai
G021,G022,G023,G024,G025,G026	Tungro	Tungro	Sesuai
G027,G028,G029,G030,G014	Busuk Batang	Busuk Batang	Sesuai
G031,G032,G033,G034	Bercak Bergaris	Bercak Bergaris	Sesuai
G01,G02,G03	Blas	Blas	Sesuai
G06,G07,G08	Hawar Daun Bakteri	Hawar Daun Bakteri	Sesuai
G011,G012,G013	Hawar Pelepah	Hawar Pelepah	Sesuai
G016,G017,G018	Bercak Cokelat	Bercak Cokelat	Sesuai
G023,G025,G026	Tungro	Tungro	Sesuai
G027,G028,G029	Busuk Batang	Busuk Batang	Sesuai
G031,G032,G033	Bercak Bergaris	Bercak Bergaris	Sesuai

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi berbasis web berhasil dikembangkan dengan menerapkan metode *hybrid Forward Chaining* dan *Certainty Factor* serta integrasi *Artificial Intelligence* sebagai pendukung rekomendasi solusi. Metode *Forward Chaining* digunakan untuk menentukan kandidat penyakit berdasarkan gejala yang dipilih pengguna, sedangkan *Certainty Factor* berperan dalam menghitung tingkat keyakinan diagnosis ketika gejala tidak sepenuhnya memenuhi

aturan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan diagnosis yang sesuai dengan pakar baik pada kondisi gejala lengkap maupun parsial, disertai tingkat keyakinan yang terukur. Integrasi *Artificial Intelligence* tidak digunakan sebagai penentu diagnosis, melainkan untuk memperkaya keluaran sistem berupa rekomendasi penanganan yang lebih informatif. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat membantu proses diagnosis dini penyakit tanaman padi secara lebih akurat, fleksibel, dan mandiri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Destri Nugrahni Halawa, "Peran Teknologi Pertanian Cerdas (Smart Farming) Untuk Generasi Pertanian Indonesia," Kebumen, Aug. 2024.
- [2] Riza Mauliza, Sayed Achmady, And Zikrul Khalid, "Sistem Pakar Diagnosa Defisiensi Nutrisi Pada Tanaman Padi Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Android," *Jurnal Real Riset* |, Vol. 5, No. 1, Pp. 2774–7263, 2023, Doi: 10.47647/Jrr.
- [3] Erry Ika Rhofita, "Optimalisasi Sumber Daya Pertanian Indonesia Untuk Mendukung Program Ketahanan Pangan Dan Energi Nasional," *Jurnal Ketahanan Nasional*, Vol. 28, No. 1, P. 82, May 2022, Doi: 10.22146/Jkn.71642.
- [4] Eko Martantoh, Purwanto, And Abidin Sumarnoaji, "Inovasi Pendidikan Nusantara Sistem Pakar Penyakit Pada Tanaman Padi Dengan Metode Naive Bayes," Oct. 2024. [Online]. Available: <https://ejournals.com/ojs/index.php/IpN>
- [5] Sandi Ramadhan, Lutfi Afifah, Satriyo Restu Adhi, And Budi Irfan, "Intensitas Penyakit Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.) Varietas Ciherang Pada Aplikasi Beberapa Teknik Pengendalian," Dec. 2023.
- [6] Utsman Waliyudin, "Penerapan Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Padi Berbasis Website," 2023.
- [7] Firgilius Jeraman, Nm Faizah, And Lucky Koryanto, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Padi Kecamatan Satarmese Kabupaten Manggarai Provinsi Nusa Tenggara Timur Berbasis Web Dengan Metode Forward Chaining," *Computer Journal*, Vol. 1, No. 1, Pp. 73–81, Feb. 2023, Doi: 10.58477/Cj.V1i1.66.
- [8] A. Zaki, S. Defit, S. Sumijan, And R. Fauzana, "Sistem Pakar Menggunakan Metode Forward Chaining Untuk Mendeteksi Kerusakan Jaringan Internet (Studi Kasus: Di Layanan Internet Diskominfo Sumatera Barat)," *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, Vol. 9, No. 3, Pp. 227–236, Dec. 2023, Doi: 10.25077/Teknosi.V9i3.2023.227-236.
- [9] Anggi Nurul Fitriyani Az-Zahra, Aries Suharso, And Arip Solehudin, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Ibu Hamil Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Website," Vol. Vol. 7 No. 4, Pp. 2864–2869, Aug. 2023.
- [10] Fatur Padilla Hutabarat And Yusuf Ramadhan Nasution, "Sistem Pakar Diagnosis Hama Dan Penyakit Pada Tanaman Padi Menggunakan Metode Certainty Factor," Vol. 9, Jun. 2024, Accessed: May 29, 2025. [Online]. Available: http://ejournal.ust.ac.id/index.php/jurnal_Means/
- [11] Muhammad Zam Pipiano, Safuan, And Akhmad Fathurrohman, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web (Studi Kasus: Penyakit Padi Di Desa Kenduren Kecamatan Wedung Kabupaten Demak)," *Jurnal Komputer Dan Teknologi Informasi*, Vol. 2, No. 1, Pp. 13–25, 2024, Doi: 10.26714/Jkti.V2i1.13899.Pp13-25.
- [12] Guslila Sari Nasution, "Sistem Pakar Dalam Mendiagnosis Hama Blas Dan Kresek Pada Tanaman Padi Menggunakan Metode Forward Chaining," *Jurnal Sistim Informasi Dan Teknologi*, Aug. 2022, Doi: 10.37034/Jsifotek.V4i4.144.
- [13] Lucy Chania Agatha, Anita Desiani, And Bambang Suprihatin, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Pada Tanaman Padi Menggunakan Metode Certainty Factor," Vol. 7, Pp. 57–69, 2023, [Online]. Available: www.journal.uniga.ac.id
- [14] Nurul Aulia Muslimah, Rizki Yuslana Bakti, And Titin Wahyuni, "Sistem Pakar Tentang Mendiagnosa Penyakit Pada Tanaman Padi Menggunakan Metode Forward Chaining," Vol. 2, No. 2, Oct. 2024, [Online]. Available: <http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/Ajsthttp://jurnal.ardenjaya.com/index.php/Ajst>
- [15] Ade Efiyanti, Umi Khoirun Nisa, Hindarto Hindarto, Marcella Indrawati, And Alidza Septiam Wulandari, "Deteksi Dini Penyakit Kekurangan Gizi (Stunting) Berbasis Web Menggunakan Metode Certainty Factor," *Sainteks*, Vol. 21, No. 2, P. 91, Oct. 2024, Doi: 10.30595/Sainteks.V21i2.23845.