

Sistem Pakar Deteksi Penyakit Tanaman Cabai Menggunakan Metode Forward Chaining

Muhammad Lovano Adjie Sanjaya¹, Depandi Enda²

^{1,2} Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak - Politeknik Negeri Bengkalis

Jl. Bathin Alam – Bengkalis Riau - Indonesia

adjielovano@gmail.com¹, depandienda@polbeng.ac.id²

Abstrak— Tanaman cabai merupakan komoditas hortikultura penting di Indonesia, namun produktivitasnya sering terhambat oleh serangan penyakit yang sulit diidentifikasi oleh petani awam. Keterlambatan dalam mendiagnosa gejala mengakibatkan penanganan yang tidak tepat dan kerugian hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pakar deteksi penyakit tanaman cabai yang mampu memberikan rekomendasi pestisida berdasarkan gejala yang di alami. Sistem dikembangkan menggunakan metode *Forward Chaining* untuk proses penalaran dari fakta gejala untuk menuju kesimpulan penyakit. Metodologi pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah *Rapid Application Development (RAD)* dengan bahasa pemrograman php dan *Framework laravel*. Data penelitian diperoleh melalui study literatur dan wawancara seorang pakar. Hasil pengujian *Black Box* menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem, mulai dari data gejala, penyakit, pestisida, hingga aturan (rule), berjalan sesuai rancangan. Validasi hasil sistem membandingkan dengan diagnosa tiga orang pakar menggunakan uji *Fleiss' Kappa* menghasilkan nilai 0,464, yang menunjukkan tingkat kesepakatan dalam kategori “Sedang”. Dengan demikian, sistem pakar ini layak digunakan sebagai alat bantu bagi petani dalam mengidentifikasi penyakit tanaman cabai secara dini dan menentukan pemilihan pestisida yang akurat secara mandiri

Kata Kunci— Sistem Pakar, Cabai, Forward Chaining, pestisida, Fleiss' Kappa

Abstract— Chili plants are an important horticultural commodity in Indonesia, but their productivity is often hampered by disease attacks that are difficult for ordinary farmers to identify. Delays in diagnosing symptoms result in improper handling and loss of crop yields. This research aims to build an expert system for detecting chili plant diseases that are able to provide pesticide recommendations based on the symptoms experienced. The system was developed using the *Forward Chaining* method for the reasoning process from the facts of the symptoms to the conclusion of the disease. The software development methodology used is *Rapid Application Development (RAD)* with the php programming language and the *laravel framework*. The research data was obtained through literature studies and interviews with experts. The results of the *Black Box* test showed that all system functions, from symptom data, diseases, pesticides, to rules, were running as planned. The validation of the results of the system compared with the diagnosis of three experts using the *Fleiss' Kappa* test yielded a value of 0.464, indicating a level of agreement in the "Moderate" category. Thus, this expert system is suitable for use as a tool for farmers in identifying chili plant diseases early and determining accurate pesticide selection independently

Keywords— Expert Systems, Chili, Forward Chaining, pesticides, Fleiss' Kappa

I. PENDAHULUAN

Saat ini, perkembangan teknologi informasi berlangsung dengan sangat cepat. Teknologi informasi menjadi kebutuhan penting dalam kehidupan manusia. Salah satu peran utama teknologi sistem informasi adalah untuk membantu dan mempermudah pekerjaan manusia sehingga dapat berjalan lebih efektif dan efisien. Dalam pengembangan sistem informasi, terdapat beragam metode dan platform yang bisa digunakan. Beberapa platform yang umum dipakai pengembang meliputi platform berbasis mobile, web, maupun desktop [1].

Kecerdasan buatan (artificial intelligence) merupakan rumpunan ilmu yang di miliki oleh mesin (komputer) dengan prinsip operasi yang sama dengan kecerdasan alami manusia yang mampu melakukan analisis, informasi, pengalaman, serta mampu memberikan solusi. Salah satu bagian dari kecerdasan buatan adalah sistem pakar, dimana sistem ini mampu meniru pengetahuan atau cara kerja otak manusia selayaknya seperti seorang pakar [2].

Forward Chaining adalah satu dari dua metode utama reasoning (pemikiran) Ketika menggunakan *inference engine* (mesin pengambil Keputusan) dan bisa secara logis dideskripsikan sebagai aplikasi pengulangan dari *modus ponens* (satu set aturan inferensi dan argument yang valid). *Forward Chaining* mulai berkerja dengan data yang tersedia dan menggunakan aturan-aturan inferensi untuk mendapatkan data yang lain sampai sasaran atau Kesimpulan yang didapatkan. Mesin inferensi yang menggunakan *Forward Chaining* mencari aturan-aturan inferensi sampai menemukan satu dari *antecedent* (dalil hipotesa atau klausa *IF – THEN*) yang benar [3].

Metode yang digunakan dalam sistem pakar adalah *forward chaining*, mengacu proses penalaran yang di mulai dari fakta ke tujuan yang ingin di capai. Sistem secara dari depan ke belakang mengikuti aturan-aturan yang ada untuk mencari fakta atau informasi untuk mendapatkan tujuan tersebut.a

Cabai merupakan salah satu tanaman komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan permintaan pasar yang stabil. Cabai di gunakan secara luas dalam berbagai masakan

sebagai bumbu utama, menjadikannya kebutuhan pokok bagi Sebagian besar Masyarakat Indonesia.

Penerapan metode *Forward Chaining* telah banyak diteliti dan dibuktikan efektivitasnya oleh berbagai peneliti terdahulu dalam mengurai problem diagnosis di lintas disiplin ilmu. Di ranah kesehatan manusia, metode ini sukses diimplementasikan oleh Larasaty dan Prasetyaningrum untuk mendiagnosis gangguan kecemasan pada difabel dengan tingkat akurasi mencapai 100% dari pengujian klinis [4]. Masih pada ranah medis umum, Aprilia dkk. memanfaatkan *Forward Chaining* untuk membangun sistem pakar rekomendasi obat berdasarkan gejala penyakit menular di masyarakat [5]. Fleksibilitas metode ini juga ditunjukkan dalam penelitian Pamekas dkk. untuk sistem pra-diagnosis penyakit kulit mandiri guna mencegah komplikasi berbahaya [11], penelitian Ahmadiyah dkk. untuk mengidentifikasi gangguan penyakit telinga sebagai pengganti penanganan awal sebelum bertemu spesialis THT [12], serta penelitian Faisal dkk. yang memanfaatkan algoritma serupa untuk mendiagnosis gangguan penyakit mata secara tepat dan akurat [8]. Bahkan di luar bidang medis, metode inferensi ini terbukti andal dalam membantu sistem pendukung keputusan, seperti yang dikembangkan oleh Zalnika dan Rukhviyanti untuk sistem pakar rekomendasi pembelian mobil sekond berbasis pemetaan tingkat penghasilan kerja pelanggan [13].

Eksplorasi optimasi metode *Forward Chaining* kemudian meluas secara signifikan ke sektor peternakan dan penataan agrikultur. Pada bidang kesehatan hewan, Hasanah dkk. berhasil merancang aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit unggas pada ayam yang sekaligus mampu menyajikan solusi penanganan preventif berupa vaksinasi dan bioskuriti [6]. Langkah optimasi ini sejalan dengan penelitian Andini dkk. yang membangun platform berbasis web untuk mendeteksi penyakit pada hewan ternak sapi guna meningkatkan kualitas kesehatan hewan secara makro [7]. Sementara itu, dalam koridor pertanian, *Forward Chaining* terbukti membantu efisiensi kerja petani, seperti yang diujikan oleh Khayun dkk. dalam merancang sistem pakar pemilihan formula pupuk yang ideal bagi komoditas bawang merah berdasarkan indikasi kondisi tanah dan gejalanya [9]. Efektivitas penanganan penyakit tanaman juga diperkuat oleh Baswardono dan Nurfadillah melalui pengembangan aplikasi diagnosis penyakit tanaman mentimun yang tidak hanya akurat melainkan mampu mengamankan rekaman riwayat (*history*) laporan identifikasi secara terstruktur [10].

Meskipun berbagai literatur di atas telah membuktikan keberhasilan metode *Forward Chaining* dalam mendiagnosis penyakit di sektor peternakan hingga komoditas pertanian seperti mentimun dan bawang merah, penelitian yang secara spesifik membedah arsitektur penyakit pada tanaman cabai dengan luaran berupa rekomendasi pestisida yang komprehensif masih memerlukan eksplorasi mendalam. Celah penelitian (*research gap*) inilah yang mendasari urgensi penelitian ini. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi sistem pakar berbasis *website* menggunakan *framework* Laravel dengan metode pengembangan sistem berbasis *Rapid Application Development* (RAD) yang tangkas. Lebih dari itu,

keandalan hasil penalaran dari sistem ini divalidasi secara ilmiah menggunakan uji kesepakatan statistik *Fleiss' Kappa* yang melibatkan konfirmasi langsung dari tiga orang pakar pertanian secara simultan guna menjamin validitas dan kesesuaian output rekomendasi klinis sistem di lapangan.

Meskipun Tingkat konsumsi cabai tergolong tinggi, sering menghadapi berbagai permasalahan, baik dari segi produksi maupun distribusi. Di Tingkat petani, produksi cabai sangat di pengaruhi oleh faktor iklim, serangan penyakit berdasarkan gejala yang belum optimal. Hal ini menyebabkan fluktuasi produksi yang pada akhirnya berdampak pada kestabilan harga di pasaran.

Penyakit yang paling sering menyerang itu adalah layu fusarium busuk batang dan akar, penyakit ini menyerang tidak hanya pasca musim hujan saja bisa menyerang saat kemarau jika tidak di tangani dengan teliti dan belum segera menemukan solusi, akan menjadi bertambah buruk ke tanaman berikutnya terkena dampak yang sama.

Pemilihan pestisida yang sesuai dengan kebutuhan itu sangat penting untuk mempengaruhi Kesehatan tanaman cabai, Tetapi harus sesuai dari arahan yang telah di tentukan, memberikan secara berlebihan juga bisa mengakibatkan perkembangan bisa memburuk karna berawal dari penanganan secara tidak teratur dan timbul penyakit yang baru.

Selain itu, keterbatasan informasi dan teknologi dalam menangani kualitas, penyakit atau kondisi pertumbuhan tanaman cabai juga menjadi tantangan tersendiri dalam meningkatkan produktivitas dan efisien pertanian cabai. Oleh karna itu, dibutuhkan pendekatan ilmiah dan teknologi yang tepat guna dalam mengidentifikasi permasalahan dan memberikan solusi. Sistem pakar menjadi salah satu tujuan utama untuk menyelesaikan permasalahan di dalam sektor pertanian tanaman cabai.

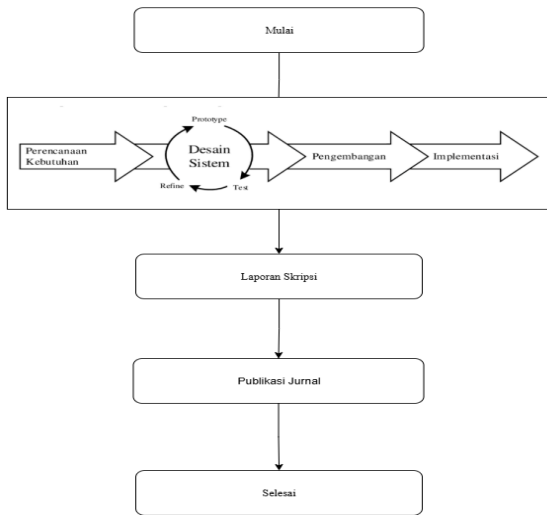
II. METODE PENELITIAN

A. Pengumpulan Data dan Basis Pengetahuan

Penelitian ini menggunakan dua metode utama dalam pengumpulan data, yaitu studi literatur dan wawancara pakar. Studi literatur dilakukan dengan mengkaji buku panduan pengenalan organisme pengganggu tumbuhan pada tanaman hortikultura. Sementara itu, wawancara mendalam dilakukan bersama pakar pertanian, yaitu Bapak Ciptadi, S.P., selaku Koordinator UPT Balai Penyuluhan Pertanian Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis. Dari hasil ekstraksi pengetahuan pakar, sistem ini menggunakan basis pengetahuan yang terdiri dari 25 data gejala, 9 jenis penyakit tanaman cabai, serta 9 jenis rekomendasi pestisida dan langkah penanggulangannya

B. Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Metodologi pengembangan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Rapid Application Development* (RAD) [14]. Metode ini dipilih karena memungkinkan pengembangan sistem yang cepat dan iteratif. Tahapan metodologi ini secara keseluruhan bisa dilihat pada Gambar 1.

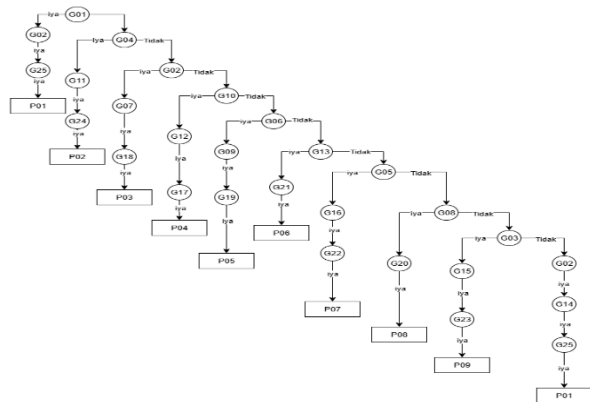


Gbr 1. Metode Pengembangan Perangkat Lunak

1. Perencanaan Kebutuhan: Mengidentifikasi masalah dan kebutuhan informasi dari pakar untuk dikonversi menjadi aturan (rule base).
2. Desain Sistem: Pembuatan purwarupa (prototype), pengujian (test), dan penyempurnaan (refine) perancangan antarmuka serta logika sistem.
3. Pengembangan: Tahap pengkodean perangkat lunak berbasis website menggunakan bahasa pemrograman PHP, basis data MySQL, dan framework Laravel.
4. Implementasi: Penerapan sistem yang telah selesai dikembangkan ke server lokal untuk digunakan dan diuji langsung oleh pengguna

C. Representasi Pengetahuan dan Mesin Inferens

Sistem pakar ini menggunakan metode penalaran *Forward Chaining*, yaitu proses inferensi yang memulai penalaran dari sekumpulan fakta (gejala yang dipilih pengguna) menuju sebuah kesimpulan (penyakit dan pestisida yang direkomendasikan). Untuk memudahkan penarikan kesimpulan, basis pengetahuan disusun ke dalam bentuk Tabel Keputusan yang kemudian divisualisasikan menjadi Pohon Keputusan (*Decision Tree*). Pohon keputusan yang menjadi kerangka alur dari aturan IF-THEN pada sistem ini bisa dilihat pada Gambar 2.



Gbr 2 Decision Tree

D. Perancangan Sistem

Perancangan model sistem dalam penelitian ini divisualisasikan menggunakan *Unified Modeling Language* (UML). Pemodelan fungsionalitas sistem digambarkan melalui *Use Case Diagram* yang merepresentasikan interaksi antara pengguna (petani) dengan admin, serta *Activity Diagram* yang menjelaskan alur kerja operasional, seperti proses diagnosa penyakit dan pengelolaan basis pengetahuan oleh admin

E. Metode Pengujian

Untuk mengevaluasi kelayakan dan tingkat akurasi sistem, penelitian ini menggunakan dua metode pengujian:

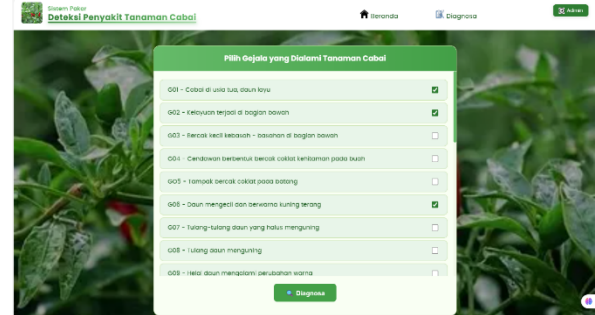
1. Pengujian *Black Box*: Digunakan untuk memvalidasi fungsionalitas antarmuka dan *backend* sistem (seperti proses input diagnosa, login admin, dan fitur CRUD data) guna memastikan bahwa tidak ada cacat fungsional (*error*) pada sistem saat dioperasikan.
2. Uji Validasi *Fleiss' Kappa*: Digunakan untuk mengukur tingkat akurasi dan kesepakatan antara hasil diagnosis yang dikeluarkan oleh sistem dengan hasil diagnosis langsung dari tiga orang pakar pertanian. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan penalaran sistem telah sejalan dengan logika kepakaran manusia

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Implementasi Sistem

Pembangunan sistem diwujudkan melalui proses pengkodean (*coding*) untuk mengimplementasikan desain antarmuka, alur kerja, serta fungsi sistem agar berjalan sesuai dengan rancangan kebutuhan. Berikut adalah implementasi antarmuka utama yang berinteraksi langsung dengan proses algoritma sistem pakar. Pertama adalah antarmuka Halaman Diagnosa yang bisa dilihat pada Gambar 3.

1. Halaman Diagnosa

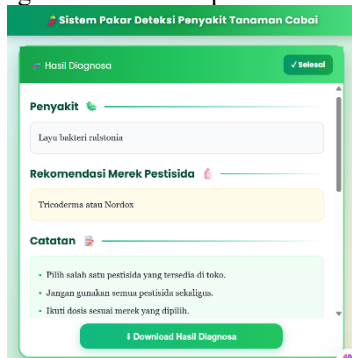


Gbr 3 Diagnosa

Halaman diagnosa merupakan antarmuka yang digunakan untuk mengetahui kondisi kesehatan tanaman cabai berdasarkan gejala yang terlihat di lapangan. Pada halaman ini, pengguna cukup memilih kotak centang (*checkbox*) pada gejala-gejala yang sesuai dengan kondisi tanaman, seperti daun layu, perubahan warna daun, atau bercak pada batang dan buah. Setiap gejala telah disusun secara jelas untuk memudahkan pemilihan. Setelah gejala dipilih dan pengguna menekan tombol diagnosa, sistem akan memproses data input tersebut menggunakan aturan penalaran yang telah ditentukan sebelumnya.

2. Halaman Hasil Diagnosa

Tampilan antarmuka untuk keluaran utama sistem berupa halaman hasil diagnosa bisa dilihat pada Gambar 4.

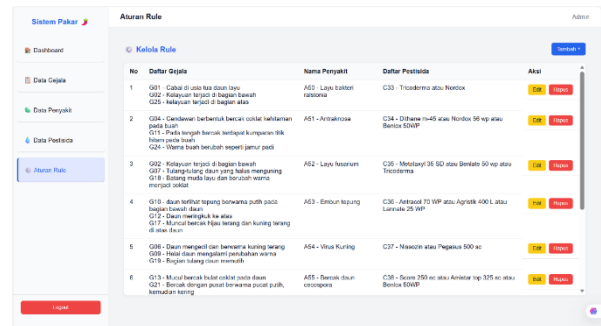


Gbr 4 Halaman Hasil Diagnosa

Halaman ini berfungsi sebagai keluaran utama dari sistem pakar, yang muncul setelah sistem selesai memproses gejala berdasarkan aturan basis pengetahuan. Halaman ini menampilkan kesimpulan jenis penyakit tanaman cabai yang terdeteksi sesuai dengan gejala yang dipilih oleh pengguna. Selain nama penyakit, sistem juga menampilkan informasi pendukung berupa rekomendasi merek pestisida serta catatan tindakan penanganan yang dapat digunakan secara langsung sebagai acuan di lapangan.

3. Halaman Data Aturan (Rule)

Tampilan antarmuka yang dikhususkan bagi admin untuk mengelola logika diagnosa ini bisa dilihat pada Gambar 5.



Gbr 5 Halaman Data Aturan (Rule)

Halaman data aturan (*rule*) merupakan antarmuka yang hanya dapat diakses oleh admin untuk mengelola logika diagnosa yang menjadi dasar pengambilan keputusan (*inference engine*) dalam sistem pakar. Aturan ini berfungsi menghubungkan kombinasi data gejala dengan data penyakit dan daftar pestisida spesifik sehingga sistem dapat menentukan hasil diagnosa secara akurat. Melalui halaman ini, admin dapat melakukan operasi CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) terhadap aturan kombinasi gejala yang tersimpan di dalam basis pengetahuan sistem

B. Hasil Validasi Sistem dengan Pakar (Uji Fleiss' Kappa)

Pengujian hasil sistem dengan hasil pakar merupakan tahapan evaluasi esensial untuk mengukur sejauh mana kesimpulan diagnosa dari sistem pakar sejalan dengan penilaian dan penalaran pakar manusia di lapangan. Metrik statistik *Fleiss' Kappa* digunakan dalam pengujian ini untuk menghitung tingkat kesepakatan atau kecocokan antara tiga orang pakar yang secara independen menilai akurasi keluaran sistem. Pengujian ini sangat penting untuk membuktikan bahwa hasil diagnosa yang dihasilkan oleh sistem bukan sekadar tebakan atau kebetulan, melainkan representasi dari penalaran terukur yang mereplikasi alur berpikir seorang pakar. Rincian pengujian dan perbandingan hasil selengkapnya bisa dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1
PERBANDINGAN HASIL SISTEM DAN PAKAR

No	Gejala yang di pilih	Penyakit	Pakar		
			Pakar 1	Pakar 2	Pakar 3
1	G01: Tanaman cabai yang sudah tua menunjukkan daun layu. G02: Kelayuan tanaman dimulai dari bagian bawah. G25: Kelayuan tanaman dimulai dari bagian atas.	Layu bakteri ralstonia	Sesuai	Sesuai	Sesuai
2	G04: Pada buah muncul bercak coklat kehitaman akibat jamur. G11: Di tengah bercak pada buah terdapat titik-titik hitam kecil. G24: Permukaan buah berubah warna menjadi keabu-abuan atau keputihan seperti terserang jamur.	Antraknosa	Sesuai	Sesuai	Sesuai
3	G02: Kelayuan tanaman dimulai dari bagian bawah.	Layu fusarium	Sesuai	Sesuai	Sesuai

	G07: Tulang-tulang daun yang kecil tampak menguning. G18: Batang tanaman masih muda tampak layu dan mengalami perubahan warna menjadi coklat.				
4	G10: Bagian bawah daun tampak seperti ditaburi tepung putih. G12: Daun terlihat meringkuk ke arah atas. G17: Pada permukaan daun muncul bercak hijau terang dan kuning terang.	Embun tepung	Sesuai	Tidak sesuai	Tidak sesuai
5	G06: Daun berukuran lebih kecil dari normal dan berwarna kuning cerah. G09: Helaian daun mengalami perubahan warna dari hijau normal menjadi kekuningan. G19: Bagian tulang daun berubah warna menjadi putih pucat.	Virus kuning	Sesuai	Sesuai	Sesuai
6	G13: Pada daun muncul bercak bulat berwarna coklat. G21: Pada daun muncul bercak dengan bagian tengah berwarna pucat lalu mengering.	Bercak daun cecospora	Sesuai	Sesuai	Sesuai
7	G05: Batang tanaman terdapat bercak berwarna coklat. G16: Kelayuan menyebar dari bagian bawah ke pucuk tanaman. G22: Pada batang muncul serabut atau bulu halus seperti jamur berwarna putih keabu-abuan.	Busuk pangkal batang	Sesuai	Sesuai	Sesuai
8	G08: Tulang daun utama berwarna kuning. G20: Daun tampak belang antara hijau tua dan hijau muda.	Mosaik	Sesuai	Sesuai	Sesuai
9	G03: Pada buah muncul bercak kecil yang tampak basah. G15: Buah cabai menjadi kering dan keriput. G23: Buah cabai berwarna hijau kusam dan tampak tidak segar.	Busuk buah	Sesuai	Sesuai	Sesuai
10	G02: Kelayuan tanaman dimulai dari bagian bawah. G14: Tanaman cabai yang masih muda mengalami daun layu. G25: Kelayuan tanaman dimulai dari bagian atas.	Layu bakteri ralstonia	Sesuai	sesuai	Sesuai

Dalam proses validasi ini, terdapat 10 skenario pengujian gejala (N=10) yang dievaluasi langsung oleh 3 orang pakar pertanian (n=3), sehingga menghasilkan total 30 penilaian observasi. Berdasarkan tabulasi data, proporsi pakar yang menyatakan hasil diagnosis sistem "Sesuai" (*P_Sesuai*) adalah 28 dari total 30 penilaian, atau sebesar 0,933. Sementara itu, proporsi pakar yang menyatakan hasil sistem "Tidak Sesuai"

(*P_TidakSesuai*) berjumlah 2 dari 30 penilaian, atau sebesar 0,067.

Langkah analitis selanjutnya adalah menghitung tingkat kesepakatan subjek pada masing-masing baris pengujian atau nilai *Pi*. Pada 9 dari 10 skenario pengujian (seperti pada kasus deteksi Layu Bakteri Ralstonia, Antraknosa, dan Layu Fusarium), ketiga pakar memberikan penilaian yang sepenuhnya seragam, di mana seluruhnya memilih kategori "Sesuai".

Keseragaman mutlak ini menghasilkan nilai kesepakatan baris yang sempurna, yaitu $P_i = 1,0$.

Namun, kompleksitas penilaian pakar terlihat pada skenario pengujian keempat, yaitu pada deteksi penyakit Embun Tepung yang didasarkan pada masukan gejala G10, G12, dan G17. Pada skenario spesifik ini, terdapat perbedaan pandangan antar pakar: 1 pakar menyatakan hasil diagnosa sistem "Sesuai", sedangkan 2 pakar lainnya menyatakan "Tidak Sesuai". Varian pendapat pada skenario keempat ini menghasilkan nilai kesepakatan baris yang lebih rendah, yaitu $P_i = 0,333$.

Nilai-nilai kesepakatan baris (P_i) tersebut kemudian diakumulasikan untuk menentukan probabilitas *Observed Agreement* (P_o), yakni rata-rata proporsi kesepakatan murni dari seluruh baris pengujian, yang menghasilkan nilai $P_o = 0,933$. Selanjutnya, sistem statistik menghitung probabilitas kesepakatan yang mungkin terjadi secara kebetulan atau *Expected Agreement* (P_e) dengan mengkuadratkan persentase kumulatif dari masing-masing pilihan kategori, yang menghasilkan nilai $P_e = 0,8748$. Melalui parameter P_o dan P_e ini, formulasi akhir *Fleiss' Kappa* (k) dapat dieksekusi menggunakan rumus perbandingan selisih observasi dan ekspektasi, yang secara matematis menghasilkan nilai $k = 0,464$.

Interpretasi terhadap nilai *Fleiss' Kappa* sebesar 0,464 menunjukkan bahwa tingkat kesepakatan atau konsistensi antara para pakar berada pada kategori kekuatan kesepakatan "Sedang". Kategori ini merujuk pada rentang nilai standar 0,41 - 0,60, yang mengindikasikan bahwa para pengamat memiliki sudut pandang yang cukup konsisten dalam menilai keluaran sistem, meskipun tetap terdapat ruang perbedaan pendapat klinis seperti yang terjadi pada kasus penyakit Embun Tepung.

Pencapaian nilai ini memberikan pembuktian empiris bahwa basis data penelitian yang digunakan sudah valid dan terkalibrasi dengan baik. Algoritma *Forward Chaining* yang ditanamkan pada sistem pakar ini terbukti tidak mengambil kesimpulan secara acak, melainkan menggunakan pola penelusuran fakta yang kinerjanya terukur dan sejalan dengan kepakaran ahli pertanian. Dengan demikian, sistem pakar ini dinyatakan valid secara metodologis dan sangat layak diimplementasikan sebagai instrumen cerdas mandiri bagi para petani untuk mendeteksi penyakit tanaman cabai secara dini dan menentukan intervensi pestisida yang akurat.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Sistem pakar deteksi penyakit tanaman cabai yang dibangun menggunakan metode *Forward Chaining* dan dikembangkan dengan metode *Rapid Application Development* (RAD) telah berhasil di implementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis website. Melalui pengujian *Black Box*, sistem terbukti mampu menjalankan fungsinya dengan baik, mulai dari proses input gejala oleh petani hingga pemberian hasil diagnosa penyakit dan rekomendasi pestisida yang tepat. Berdasarkan hasil uji validasi menggunakan metode *Fleiss' Kappa*, di peroleh nilai kesepakatan sebesar 0,464 yang termasuk dalam kategori "sedang", menunjukan bahwa sistem memiliki tingkat konsistensi yang cukup baik dalam memberikan hasil diagnosa

yang sesuai dengan penilaian pakar di lapangan. Dengan demikian, sistem ini dapat membantu dalam melakukan deteksi penyakit tanaman cabai secara mandiri

B. Saran

Untuk pengembang penelitian selanjutnya, disarankan agar basis pengetahuan sistem terus diperbarui dengan menambah data gejala, varietas penyakit, serta jenis pestisida terbaru agar cakupan diagnosa menjadi lebih luas. selain itu, integrasi teknologi lain seperti pengolahan citra (image processing) untuk mendeteksi penyakit melalui foto tanaman secara langsung dapat dipertimbangkan guna meningkatkan kemudahan bagi pengguna. Penguatan pada sisi keamanan data admin dan optimasi antarmuka pengguna (UI/UX) juga perlu terus ditingkatkan agar aplikasi lebih responsif dan nyaman digunakan di berbagai prangkat, terutama melalui smartphone saat berada di area perkebunan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Wahyudin and D. N. Rahayu, "Analisis Metode Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Website: A Literatur Review," *J. Interkom J. Publ. Ilm. Bid. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 15, no. 3, pp. 26–40, 2020, doi: 10.35969/interkom.v15i3.74.
- [2] S. D. Putra, D. M. Putri, S. Defit, and S. Sumijan, "Sistem Pakar Metode Backward Chaining untuk Optimalisasi Pelayanan Pemberian Informasi Obat," *JITCE (Journal Inf. Technol. Comput. Eng.*, vol. 7, no. 01, pp. 1–7, 2023, doi: 10.25077/jitce.7.01.1-7.2023.
- [3] S. Rofiqoh, D. Kurniadi, and A. Riansyah, "Sistem Pakar Menggunakan Metode Forward Chaining Untuk Diagnosa Penyakit Tanaman Karet," *Konf. Ilm. Mhs. UNISSULA*, pp. 390–395, 2019.
- [4] R. Larasaty and P. T. Prasetyaningrum, "Sistem Pakar Diagnosa Gangguan Kecemasan Pada Difabel Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web," *J. Comput. Inf. Syst. Ampera*, vol. 5, no. 3, pp. 2775–2496, 2024.
- [5] S. Aprilia, R. Agustin, M. Marthalena, V. H. Pranatawijaya, and R. Priskila, "Sistem Pakar Rekomendasi Obat Berdasarkan Gejala Penyakit Menular Umum Di Masyarakat Menggunakan Metode Forward Chaining," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 2, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i2.4258.
- [6] A. Sidhi Pamekas, P. Marga Kusumantara, and A. Anjani Arifiyanti, "Penerapan Metode Forward Chaining Pada Sistem Pakar Pra-Diagnosis Penyakit Kulit," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 3, pp. 3524–3531, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i3.9743.
- [7] A. A. Ahmadiham, E. R. D. Leluni, R. Priskila, and V. H. Pranatawijaya, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Telinga Berbasis Web Menggunakan Forward Chaining," *J. Inov. Inform. Univ. Pradita*, vol. 8, no. 2, pp. 45–54, 2020.
- [8] F. Faisal, O. Opitasari, and A. Mufti, "Sistem Pakar Pendiagnosa Penyakit Mata Dengan Metode Forward Chaining," *Semnas Ristek (Seminar Nas. Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 8, no. 01, pp. 132–137, 2024, doi: 10.30998/semnasristek.v8i01.7146.
- [9] D. Zalnika and N. Rukhviyanti, "Penerapan Metode Forward Chaining pada Sistem Pakar Rekomendasi Mobil Second dari Aspek Penghasilan Kerja," *J. Penelit. Inov.*, vol. 4, no. 4, pp. 2463–2476, 2024, doi: 10.54082/jupin.759.
- [10] N. A. Hasanah, R. Rodianto, and Y. Yuliadi, "Rancang Bangun Aplikasi Sistem Pakar Menggunakan Metode Forward Chaining untuk Mendiagnosa Penyakit pada Ayam," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 12, no. 2, pp. 425–441, 2025, doi: 10.35957/jatisi.v12i2.10890.
- [11] S. Puspitarani, W. Andini, R. D. Masitoh, V. H. Pranatawijaya, and R. Priskila, "Implementasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Sapi Berbasis Web Menggunakan Metode Forward Chaining," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, 2024, doi:

- 10.23960/jitet.v12i3.4368.
- [12] W. Wahfiroh Khayun, N. Ariesanto Ramdhan, and R. . H. Bhakti, "Sistem Pakar Pemilihan Pupuk Untuk Tanaman Bawang Merah Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Website," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.,* vol. 8, no. 4, pp. 7589–7596, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i4.10339.
- [13] W. Baswardono and R. S. Nurfadillah, "Penerapan Metode Forward Chaining Untuk Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Mentimun Berbasis Web," *J. Algoritm.,* vol. 22, no. 1, pp. 491–503, 2025.
- [14] I. Musyaffa, "No TitleMetode Pengembangan RAD (Rapid Application Development)."