Jurnal Minfo Polgan (JMP)
Volume 15, Nomor 3, September-Desember 2026
DOI : https://doi.org/10.33395/jmp.v15i3.16991
e-ISSN : 2797-3298
p-ISSN : 2089-9424

Pengembangan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Padi Menggunakan Teorema Bayes

[1]Elida Tuti Siregar, [2]Nidia Enjelita Saragih, [3]Nurhayati, [4]Ria Eka Sari
[5]Nur Angelina harahap, [6]Ermayanti Astuti
[1*,2]Sistem Informasi, Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia, Medan, Indonesia
[3]Informatika, Universitas Potensi Utama, Medan, Indonesia
[4,5] Sistem Informasi , Universitas Potensi Utama, Medan, Indonesia
[6]Informatika Medis, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Mitra, Medan, Indonesia
*Korespondensi: elidatuti87@gmail.com

Submit : 22 Sept 2026 | **Diterima** : 29 Okt 2026 | **Terbit** : 08 Nov 2026

ABSTRACT

Diagnosing rice plant diseases based on symptoms involves uncertainty because different diseases may exhibit similar symptoms. This study aims to develop an expert system for diagnosing rice plant diseases using Bayes' Theorem based on observed symptom combinations. A quantitative approach was employed to construct a knowledge base consisting of four diseases and 13 symptoms. Bayes' Theorem was applied to calculate the posterior probability of each disease based on the selected evidence. An initial evaluation of 20 samples yielded 18 diagnoses consistent with the reference diagnoses and two inconsistent diagnoses, resulting in an accuracy of 90%. The calculation results indicate that symptom combinations can help distinguish diseases with similar symptoms. However, these findings require further validation by rice plant experts, additional real-world case data, and empirical estimation of prior and likelihood probabilities. This study provides a transparent and quantitatively evaluable diagnostic approach to support the initial diagnosis of rice plant diseases.

Keywords: *Expert System; Bayes' Theorem; Rice Plants; Symptom Evidence; Disease Diagnosis.*

ABSTRAK

Diagnosis penyakit tanaman padi berdasarkan gejala menghadapi ketidakpastian karena beberapa penyakit dapat memiliki gejala yang serupa. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi menggunakan Teorema Bayes berdasarkan kombinasi gejala yang diamati. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan membangun basis pengetahuan yang mencakup empat penyakit dan 13 gejala. Teorema Bayes diterapkan untuk menghitung probabilitas posterior setiap penyakit berdasarkan evidence yang dipilih. Evaluasi awal menggunakan 20 sampel menunjukkan 18 diagnosis sesuai dan dua diagnosis tidak sesuai dengan diagnosis acuan, sehingga diperoleh akurasi sebesar 90%. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kombinasi gejala dapat membantu membedakan penyakit yang memiliki gejala serupa. Namun, hasil tersebut masih perlu diperkuat melalui validasi pakar tanaman padi, penambahan data kasus nyata, serta estimasi probabilitas prior dan likelihood berdasarkan data empiris. Penelitian ini menghasilkan pendekatan diagnosis yang transparan dan dapat dievaluasi secara kuantitatif sebagai alat bantu diagnosis awal penyakit tanaman padi.

Kata kunci: Sistem Pakar; Teorema Bayes; Tanaman Padi; Evidence Gejala; Diagnosis Penyakit.

PENDAHULUAN

Penyakit tanaman padi merupakan salah satu faktor yang dapat mengganggu pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Identifikasi penyakit sejak awal diperlukan agar petani dapat menentukan langkah penanganan yang sesuai. Namun, diagnosis berdasarkan pengamatan gejala dapat menghadapi ketidakpastian karena beberapa penyakit memiliki karakteristik gejala yang serupa. Perkembangan teknologi komputasi telah mendorong pemanfaatan berbagai pendekatan untuk membantu diagnosis penyakit tanaman padi, mulai dari *machine learning* dan sistem pakar hingga *deep learning* berbasis citra. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang sesuai dengan jenis informasi yang tersedia dan mampu menghasilkan diagnosis yang dapat ditelusuri dasar perhitungannya.

@2026 The Author Published By Politeknik Ganesha Medan
This is an open access article under the CC BY licence (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properlycited.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa diagnosis penyakit tanaman padi telah dikaji melalui beragam pendekatan. Udayananda, Shyalika, dan Kumara (2022) mengulas pemanfaatan teknik *machine learning* untuk diagnosis penyakit tanaman padi serta perkembangan pendekatan berbasis pembelajaran mesin dan citra. Mandal et al. (2023) memanfaatkan karakteristik spektral dan model statistik serta *machine learning* untuk mengidentifikasi dan menilai tingkat keparahan penyakit *rice blast*. Pada pendekatan sistem pakar, Agus et al. (2018, versi revisi 2024) mengembangkan ESforRPD2 dengan basis pengetahuan yang mencakup 48 gejala dan 8 penyakit serta mengevaluasi sistem pada 16 kasus. Penelitian lain mengembangkan pendekatan berbasis citra, seperti E2ETCA yang menggabungkan beberapa arsitektur *deep learning* untuk diagnosis penyakit padi (Uddin et al., 2026). Selain itu, Roy dan Kukreja (2025) menerapkan *Vision Transformer* untuk deteksi penyakit daun padi dan estimasi tingkat keparahan, sedangkan Creesy dan Mahesh (2026) mengembangkan pendekatan *Hybrid ResCNN* untuk klasifikasi penyakit dan identifikasi tingkat keparahan.

Meskipun berbagai pendekatan tersebut menunjukkan perkembangan dalam diagnosis penyakit tanaman padi, karakteristik data yang digunakan berbeda. Pendekatan berbasis citra memanfaatkan informasi visual daun, sedangkan sistem pakar berbasis gejala menggunakan pengetahuan mengenai hubungan antara gejala dan penyakit. Sistem pakar berbasis gejala tetap relevan ketika informasi diagnosis diperoleh melalui pengamatan langsung atau konsultasi dengan pengguna. Namun, tantangan utamanya adalah menentukan probabilitas penyakit ketika gejala yang diamati dapat berkaitan dengan lebih dari satu penyakit. Hubungan penyakit dan gejala perlu direpresentasikan melalui mekanisme inferensi yang dapat menangani ketidakpastian, sementara hasil diagnosisnya perlu dievaluasi menggunakan data pengujian dan diagnosis acuan.

Berdasarkan kajian tersebut, ruang pengembangan yang menjadi fokus penelitian ini adalah penerapan inferensi probabilistik pada diagnosis berbasis gejala dan evaluasi hasil diagnosis secara kuantitatif. Teorema Bayes dapat digunakan untuk menghitung probabilitas posterior suatu penyakit berdasarkan probabilitas awal dan bukti gejala yang diamati. Dengan demikian, penerapan metode ini perlu memperhatikan kualitas basis pengetahuan, dasar penetapan probabilitas penyakit dan gejala, serta kesesuaian hasil sistem dengan diagnosis acuan. Evaluasi tersebut penting agar kemampuan sistem tidak hanya dinilai dari keberhasilan menghasilkan diagnosis, tetapi juga dari kesesuaiannya terhadap hasil acuan.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi menggunakan Teorema Bayes berdasarkan gejala. Basis pengetahuan yang digunakan mencakup empat penyakit dan 13 gejala. Evaluasi awal menggunakan 20 sampel dengan membandingkan hasil diagnosis sistem terhadap diagnosis acuan. Hasil pengujian awal pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa 18 dari 20 sampel sesuai dengan diagnosis acuan, sehingga menghasilkan akurasi sebesar 90%. Nilai tersebut diperlakukan sebagai hasil awal (*baseline*) yang perlu ditinjau kembali melalui pembaruan basis pengetahuan, penetapan probabilitas yang lebih terukur, dan validasi oleh pakar apabila data validasi tersedia.

Kontribusi penelitian ini terletak pada penerapan inferensi Bayesian terhadap kombinasi bukti gejala dan evaluasi awal hasil diagnosis secara kuantitatif. Penelitian ini diharapkan menjadi dasar pengembangan sistem pakar yang transparan dalam proses perhitungannya dan dapat ditingkatkan melalui penambahan data kasus serta validasi pakar. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan diposisikan sebagai alat bantu diagnosis awal, bukan pengganti penilaian pakar atau tenaga penyuluh pertanian.

METODE PENELITIAN

Penelitian mengenai diagnosis penyakit tanaman padi telah berkembang dengan menggunakan berbagai pendekatan, mulai dari *machine learning*, sistem pakar, hingga *deep learning* berbasis citra. Udayananda, Shyalika, dan Kumara (2022) melalui kajian komprehensif mengenai penerapan *machine learning* pada diagnosis penyakit tanaman padi menjelaskan perkembangan berbagai teknik pembelajaran mesin untuk mengidentifikasi penyakit berdasarkan karakteristik data yang tersedia. Penelitian yang lebih spesifik dilakukan oleh Mandal et al. (2023), yang memanfaatkan karakteristik spektral serta model univariat dan multivariat untuk mengidentifikasi dan menilai tingkat keparahan penyakit *rice blast*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa karakteristik spektral dapat dimanfaatkan untuk mendukung identifikasi penyakit sekaligus estimasi tingkat keparahannya.

Pada pendekatan berbasis sistem pakar, Agus, Ihsan, Khairina, dan Candra (2024) melaporkan pengembangan *Expert System for Rice Plant Disease Diagnosis* (ESforRPD2). Sistem tersebut menggunakan basis pengetahuan yang mencakup 48 gejala dan 8 jenis penyakit tanaman padi. Pengujian dilakukan terhadap 16 kasus, dengan 14 hasil diagnosis sesuai dengan penilaian pakar atau sensitivitas sebesar 87,5%. Sistem ini menggunakan pendekatan Dempster–Shafer untuk mengolah pengetahuan dan mendukung proses diagnosis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem pakar dapat merepresentasikan pengetahuan pakar dalam proses diagnosis penyakit tanaman padi. Namun, karena ESforRPD2 menggunakan pendekatan Dempster–Shafer, pendekatan tersebut berbeda dari Teorema Bayes yang menghitung probabilitas posterior berdasarkan probabilitas awal dan bukti gejala. Perbedaan ini memberikan dasar untuk mengkaji penerapan pendekatan probabilistik lain, dengan tetap memperhatikan kualitas data dan dasar penetapan probabilitas.

Perkembangan berikutnya menunjukkan semakin luasnya penggunaan *deep learning* untuk diagnosis berbasis citra. Uddin et al. (2026) mengembangkan E2ETCA, yaitu pendekatan *ensemble* yang mengintegrasikan Inception V3, DenseNet-201, dan Vision Transformer dalam kerangka pelatihan *end-to-end*. Model tersebut dievaluasi menggunakan beberapa dataset citra penyakit padi dan metrik seperti akurasi, presisi, *recall*, serta F1-score. Pendekatan ini memperlihatkan pemanfaatan gabungan arsitektur CNN dan Vision Transformer untuk mengklasifikasikan penyakit berdasarkan citra daun. Akan tetapi, pendekatan berbasis citra memerlukan data visual untuk proses pelatihan dan pengujian, sedangkan diagnosis berbasis gejala dapat dirancang menggunakan informasi gejala yang dipilih atau dilaporkan oleh pengguna.

Roy dan Kukreja (2025) menerapkan Vision Transformer untuk mendeteksi penyakit daun padi dan memperkirakan tingkat keparahannya. Selanjutnya, Roy dan Kukreja (2026) mengembangkan pendekatan yang menggabungkan informasi visual daun dan faktor lingkungan untuk mengklasifikasikan penyakit sekaligus memprediksi tingkat keparahan. Kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengembangan diagnosis penyakit padi tidak hanya berfokus pada identifikasi kelas penyakit, tetapi juga mulai mencakup estimasi tingkat keparahan dan pemanfaatan informasi tambahan untuk meningkatkan proses klasifikasi.

Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, terdapat perbedaan mendasar antara pendekatan berbasis citra dan pendekatan berbasis gejala. Penelitian berbasis citra memanfaatkan karakteristik visual daun untuk melakukan klasifikasi atau deteksi, sedangkan sistem pakar berbasis gejala merepresentasikan pengetahuan mengenai hubungan antara penyakit dan gejala untuk menghasilkan diagnosis. Oleh karena itu, penerapan Teorema Bayes pada penelitian ini diarahkan untuk mengkaji proses diagnosis berdasarkan bukti gejala dan probabilitas penyakit. Kontribusi penelitian perlu ditunjukkan melalui kejelasan sumber probabilitas, keterlacakan penyusunan basis pengetahuan, serta evaluasi hasil diagnosis terhadap diagnosis acuan. Mengingat basis pengetahuan yang digunakan mencakup empat jenis penyakit dan 13 entri hubungan penyakit–gejala, serta evaluasi awal mengacu pada 20 sampel dari penelitian terdahulu, hasil penelitian perlu diposisikan sebagai evaluasi awal dan tidak langsung digeneralisasi ke seluruh kondisi penyakit tanaman padi.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menerapkan dan mengevaluasi sistem pakar diagnosis penyakit tanaman padi berdasarkan gejala menggunakan Teorema Bayes. Evaluasi awal menggunakan 20 sampel yang tersedia pada penelitian sebelumnya. Jumlah sampel yang terbatas serta perlunya penelusuran sumber nilai prior dan likelihood menjadi batasan dalam menginterpretasikan hasil penelitian. Oleh karena itu, evaluasi ini diposisikan sebagai evaluasi awal terhadap sistem, bukan sebagai bukti bahwa model telah memiliki kemampuan generalisasi yang tinggi. Tahapan penelitian meliputi penyusunan basis pengetahuan, penetapan probabilitas, perhitungan probabilitas posterior, penentuan diagnosis, dan evaluasi hasil diagnosis terhadap diagnosis acuan.

Penyusunan Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan mencakup empat kategori penyakit, yaitu P01 (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*), P02 (kerdil), P03 (tungro), dan P04 (*bacterial leaf streak*). Setiap penyakit dihubungkan dengan gejala berdasarkan daftar gejala yang tersedia pada basis pengetahuan penelitian. Daftar tersebut memuat 13 entri hubungan penyakit–gejala dengan kode yang tercatat dari G01 sampai G13, tetapi kode G04 tidak ditemukan dan kode G01 digunakan pada lebih dari satu penyakit. Dengan demikian, jumlah entri hubungan penyakit–gejala perlu dibedakan dari jumlah kode gejala unik.

Hubungan penyakit dan gejala digunakan untuk menentukan evidence yang diproses oleh sistem. Basis pengetahuan ini menjadi representasi awal pengetahuan domain. Namun, kelengkapan dan ketepatan hubungan tersebut tetap perlu diperiksa melalui dokumentasi sumber dan, apabila tersedia, validasi pakar. Ketidaklengkapan atau ketidaktepatan hubungan penyakit–gejala dapat memengaruhi hasil probabilitas dan diagnosis sistem.

Pembentukan Probabilitas

Pembentukan probabilitas meliputi penetapan probabilitas prior dan probabilitas likelihood. Probabilitas prior menunjukkan probabilitas awal suatu penyakit sebelum evidence gejala diperhitungkan, sedangkan likelihood menunjukkan peluang ditemukannya evidence pada penyakit tertentu.

Nilai prior dan likelihood harus disertai sumber yang dapat ditelusuri, misalnya data kasus terdokumentasi, literatur yang relevan, atau penilaian pakar. Apabila nilai yang digunakan belum diperoleh dari data empiris atau penilaian pakar yang terdokumentasi, nilai tersebut diperlakukan sebagai parameter awal model dan tidak diinterpretasikan sebagai probabilitas empiris. Keterbatasan sumber probabilitas ini perlu dipertimbangkan ketika menafsirkan hasil diagnosis dan menjadi salah satu aspek yang perlu diperbaiki pada penelitian lanjutan.

Perhitungan Teorema Bayes

Teorema Bayes digunakan untuk menghitung probabilitas posterior penyakit berdasarkan evidence gejala yang diamati. Secara umum, probabilitas posterior dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$[P(P_i\mid E)=\frac{P(E\mid P_i)P(P_i)}{P(E)}]$$

Keterangan:

1. (P_i): penyakit ke-(i).
2. (E): evidence atau kombinasi gejala yang diamati.
3. $(P(P_i\mid E))$: probabilitas posterior penyakit setelah evidence diamati.
4. $(P(E\mid P_i))$: probabilitas evidence pada penyakit (P_i).
5. $(P(P_i))$: probabilitas prior penyakit (P_i).
6. $(P(E))$: probabilitas evidence secara keseluruhan.

Apabila evidence terdiri atas beberapa gejala, likelihood gabungan dapat dihitung dengan mengalikan likelihood setiap gejala apabila asumsi independensi bersyarat antargejala terhadap penyakit dapat diterima. Dengan asumsi tersebut, untuk evidence $(E={G_1,G_2,\ldots,G_n})$, likelihood gabungan dituliskan sebagai:

$$[P(E\mid P_i)=\prod_{j=1}^{n}P(G_j\mid P_i)]$$

Asumsi independensi bersyarat merupakan penyederhanaan model dan perlu diperhatikan karena gejala penyakit dapat saling berkaitan. Probabilitas evidence secara keseluruhan dihitung dengan menjumlahkan probabilitas gabungan setiap penyakit kandidat:

$$[P(E)=\sum_{i=1}^{m}P(E\mid P_i)P(P_i)]$$

dengan (m) menunjukkan jumlah penyakit kandidat. Perhitungan hanya dilakukan apabila probabilitas yang diperlukan tersedia dan penyebut $(P(E))$ bernilai lebih besar dari nol. Jika persyaratan tersebut tidak terpenuhi, sistem tidak boleh menghasilkan probabilitas posterior yang tidak terdefinisi.

Penentuan Diagnosis

Sistem menghitung probabilitas posterior untuk setiap penyakit kandidat berdasarkan evidence yang dimasukkan. Penyakit dengan probabilitas posterior tertinggi ditetapkan sebagai hasil diagnosis sistem, yang dapat dinyatakan sebagai:

$$[\widehat{P}=\arg\max_{P_i}P(P_i\mid E)]$$

Hasil tersebut menunjukkan penyakit yang memiliki probabilitas posterior tertinggi di antara kandidat yang dihitung, bukan kepastian mutlak bahwa tanaman mengalami penyakit tersebut.

Jika evidence tidak memadai, probabilitas tidak dapat dihitung secara valid, atau terdapat kondisi yang tidak tercakup dalam basis pengetahuan, sistem perlu menandai hasil sebagai belum dapat ditentukan dan menyarankan pemeriksaan lebih lanjut oleh pakar.

Evaluasi Sistem

Evaluasi awal menggunakan 20 sampel yang tercantum dalam data pengujian penelitian sebelumnya. Setiap sampel dibandingkan berdasarkan kombinasi evidence dan diagnosis acuannya. Hasil perbandingan digunakan untuk menentukan jumlah diagnosis yang sesuai dan tidak sesuai.
Akurasi dihitung menggunakan persamaan:

[\text{Accuracy}=
\frac{\text{Jumlah diagnosis benar}}
{\text{Jumlah sampel valid}}\times100%]

Apabila seluruh 20 sampel memiliki diagnosis acuan yang sah dan dapat dibandingkan, jumlah sampel valid adalah 20. Berdasarkan hasil awal yang tercatat, 18 sampel sesuai dan 2 sampel tidak sesuai dengan diagnosis acuan, sehingga akurasi awal sebesar 90%. Angka ini merupakan hasil evaluasi awal pada sampel yang tersedia dan tidak dapat langsung digeneralisasi ke populasi kasus penyakit tanaman padi yang lebih luas.

Sampel yang belum memiliki diagnosis acuan yang sah tidak dapat langsung dikategorikan sebagai benar atau salah. Sampel tersebut perlu diverifikasi melalui dokumentasi yang memadai atau validasi pakar; jika dikeluarkan dari evaluasi, jumlah dan alasannya harus dilaporkan secara transparan. Selain itu, karena evaluasi awal menggunakan data penelitian sebelumnya, pengujian lanjutan sebaiknya menggunakan data tambahan yang terpisah dari data pembentukan probabilitas. Evaluasi yang lebih luas dapat dilengkapi dengan *confusion matrix*, *precision*, *recall*, dan *F1-score* untuk menggambarkan kinerja model secara lebih menyeluruh, khususnya jika jumlah sampel untuk setiap kelas penyakit tidak seimbang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan basis pengetahuan yang digunakan sebagai dasar proses diagnosis penyakit tanaman padi. Basis pengetahuan dibentuk melalui hubungan antara kode penyakit dan gejala yang dapat diamati pada tanaman padi. Berdasarkan data penelitian, terdapat empat penyakit yang digunakan sebagai objek diagnosis, yaitu penyakit bakteri *Xanthomonas campestris pv. oryzae*, kerdil, tungro, dan bacterial leaf streak. Masing-masing penyakit direpresentasikan oleh sejumlah gejala yang menjadi evidence dalam proses inferensi Bayes. Bagian ini menyajikan kode dan deskripsi gejala yang digunakan sebagai evidence dalam proses diagnosis.

Tabel 1. Kode dan Deskripsi Gejala Penyakit Tanaman Padi

Kode	Gejala
G01	Menyerang daun dan titik tumbuh
G02	Terdapat garis-garis di antara tulang daun
G03	Terdapat garis basah merah kekuningan pada helai daun sehingga daun seperti terbakar
G05	Daun menjadi pendek, sempit, berwarna hijau kekuning-kuningan
G06	Batang pendek
G07	Pertumbuhan tanaman kurang sempurna
G08	Buku-buku pendek
G09	Daun kuning hingga kecoklatan
G10	Anakan banyak tetapi kecil
G11	Jumlah tunas berkurang
G12	Pembungaan tertunda
G13	Malai kecil dan tidak berisi

Berdasarkan Tabel 1, basis pengetahuan gejala penyakit tanaman padi terdiri atas 12 kode gejala yang tercantum, yaitu G01, G02, G03, G05, G06, G07, G08, G09, G10, G11, G12, dan G13. Setiap kode merepresentasikan karakteristik atau perubahan yang dapat diamati pada tanaman

padi. Gejala tersebut digunakan sebagai evidence atau bukti awal dalam proses diagnosis penyakit menggunakan Teorema Bayes. Penggunaan kode gejala bertujuan mempermudah pengelolaan data serta menghubungkan gejala yang dipilih pengguna dengan basis pengetahuan sistem. Kode G04 tidak tercantum dalam data yang tersedia sehingga perlu dikonfirmasi sebelum basis pengetahuan ditetapkan sebagai versi final.

Basis Pengetahuan Penyakit dan Gejala

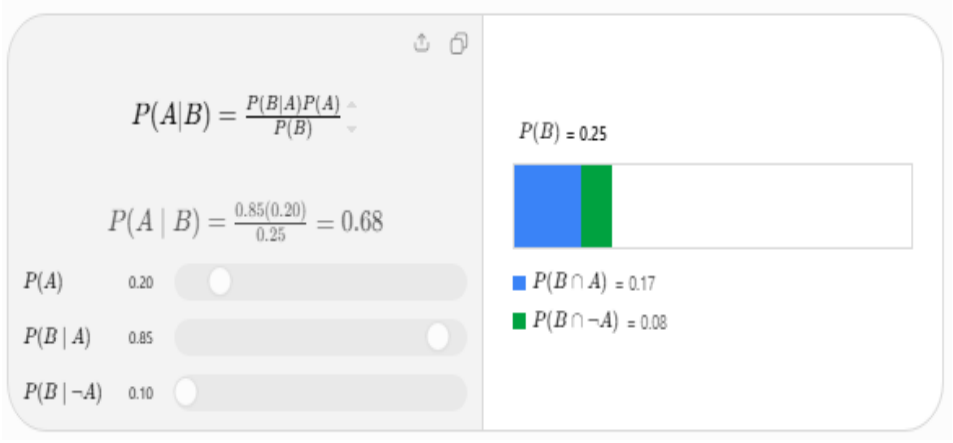
Setelah data gejala diidentifikasi, langkah berikutnya adalah menghubungkan setiap gejala dengan penyakit yang menjadi objek diagnosis.

Tabel 2. Hubungan Penyakit dan Gejala Tanaman Padi

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Kode Gejala
P01	Bakteri Xanthomonas campestris pv. oryzae	G01, G02
P02	Kerdil	G05, G06, G08, G10
P03	Tungro	G07, G09, G11, G12, G13
P04	Bacterial leaf streak	G01, G03

Berdasarkan Tabel 2, terdapat empat penyakit yang menjadi objek diagnosis, yaitu P01, P02, P03, dan P04. Penyakit P01 dikaitkan dengan gejala G01 dan G02, penyakit P02 dengan gejala G05, G06, G08, dan G10, penyakit P03 dengan gejala G07, G09, G11, G12, dan G13, sedangkan penyakit P04 dengan gejala G01 dan G03. Hubungan antara penyakit dan gejala tersebut menjadi dasar pembentukan aturan pengetahuan dalam sistem pakar. Ketika pengguna memilih gejala yang ditemukan pada tanaman, sistem menggunakan hubungan tersebut untuk menentukan kandidat penyakit yang akan dievaluasi melalui perhitungan probabilitas. Namun, gejala G01 tercatat pada P01 dan P04 sehingga gejala tersebut tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya pembeda kedua penyakit. Hubungan penyakit dan gejala juga perlu divalidasi oleh pakar tanaman padi agar sesuai dengan kondisi biologis yang sebenarnya.

Teorema Bayes digunakan untuk menghitung probabilitas penyakit berdasarkan gejala yang ditemukan. Perhitungan membutuhkan nilai prior setiap penyakit dan likelihood gejala pada masing-masing penyakit. penerapan Teorema Bayes dalam menghitung probabilitas suatu kejadian berdasarkan informasi atau bukti yang tersedia. Perhitungan menggunakan probabilitas awal \(P(A)=0{,}20\), probabilitas bersyarat \(P(B\mid A)=0{,}85\), dan probabilitas kejadian \(P(B)=0{,}25\). Berdasarkan parameter tersebut, diperoleh probabilitas posterior \(P(A\mid B)=0{,}68\) atau 68%. Nilai ini menunjukkan bahwa ketika kejadian B diketahui terjadi, probabilitas kejadian A berdasarkan parameter yang digunakan adalah 68%.



Gambar 1 Perhitungan probabilitas penyakit

Tabel 3. Parameter dan Hasil Perhitungan Teorema Bayes pada Penyakit P01.

Tahapan Perhitungan	Parameter/Perhitungan	Nilai
Prior P01	P(P01)	0,11
Likelihood G01	P(G01 | P01)	0,30
Likelihood G02	P(G02 | P01)	0,30
Perkalian likelihood	0,30 × 0,30	0,09
Pembilang P01	0,11 × 0,30 × 0,30	0,0099

Berdasarkan Tabel 3, nilai probabilitas awal (prior) penyakit P01 adalah 0,11, sedangkan nilai likelihood untuk gejala G01 dan G02 masing-masing sebesar 0,30. Dengan asumsi independensi bersyarat antara kedua gejala, perkalian nilai likelihood menghasilkan nilai 0,09. Nilai tersebut kemudian dikalikan dengan prior penyakit P01 sehingga diperoleh nilai pembilang sebesar 0,0099. Hasil ini merupakan kontribusi penyakit P01 dalam perhitungan probabilitas posterior, bukan probabilitas akhir diagnosis. Untuk memperoleh probabilitas posterior, nilai pembilang harus dibagi dengan jumlah kontribusi seluruh kandidat penyakit pada penyebut Teorema Bayes. Oleh karena itu, nilai posterior akhir P01 belum dapat ditentukan hanya berdasarkan parameter yang disajikan pada tabel tersebut.

Berdasarkan Tabel 3, nilai prior penyakit P01 adalah 0,11, sedangkan likelihood gejala G01 dan G02 masing-masing sebesar 0,30. Dengan asumsi independensi bersyarat antara kedua gejala, perkalian likelihood menghasilkan nilai 0,09. Selanjutnya, nilai tersebut dikalikan dengan prior P01 sehingga diperoleh nilai pembilang sebesar 0,0099. Nilai 0,0099 belum merupakan probabilitas posterior akhir. Untuk memperoleh probabilitas posterior, diperlukan normalisasi dengan menjumlahkan kontribusi seluruh kandidat penyakit pada penyebut Teorema Bayes.

Data Sampel Pengujian dan Diagnosis Acuan

Pengujian dilakukan menggunakan 20 sampel yang terdiri atas kombinasi gejala dan diagnosis acuan.

Tabel 4. Data Sampel Pengujian Sistem

Kode Sampel	Evidence Gejala	Diagnosis Acuan
S01	G01, G02	P01
S02	G01, G02	P01
S03	G01, G02	P01
S04	G01	Perlu validasi pakar
S05	G02	Perlu validasi pakar
S06	G05, G06	P02
S07	G05, G06, G08	P02
S08	G05, G08, G10	P02
S09	G06, G08, G10	P02
S10	G05, G06, G08, G10	P02
S11	G07, G09	P03
S12	G07, G09, G11	P03
S13	G07, G09, G12	P03
S14	G09, G11, G12, G13	P03
S15	G07, G09, G11, G12, G13	P03
S16	G01, G03	P04
S17	G01, G03	P04
S18	G01, G02, G03	Perlu validasi pakar
S19	G01, G03	P04
S20	G01, G03	P04

Berdasarkan Tabel 4, pengujian awal menggunakan 20 sampel dengan kombinasi gejala yang berbeda-beda. Setiap sampel memiliki kode identifikasi dan evidence gejala yang digunakan dalam proses diagnosis. Diagnosis acuan pada sampel dikelompokkan berdasarkan empat kode penyakit, yaitu P01, P02, P03, dan P04. Sebagai contoh, sampel S01 menggunakan gejala G01 dan G02 dengan diagnosis acuan P01, sedangkan sampel S06 menggunakan gejala G05 dan G06 dengan diagnosis acuan P02. Data sampel tersebut digunakan untuk membandingkan hasil diagnosis sistem dengan diagnosis acuan. Namun, sampel S04, S05, dan S18 masih memerlukan validasi pakar. Oleh sebab itu, status ketiga sampel tersebut perlu dipastikan sebelum digunakan dalam evaluasi akurasi final.

Rekapitulasi Hasil Pengujian

Dokumen penelitian melaporkan 18 diagnosis sesuai dan 2 diagnosis tidak sesuai dari 20 sampel.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Awal

Komponen Pengujian	Jumlah	Persentase
Total sampel yang dilaporkan	20	100%
Diagnosis dinyatakan sesuai	18	90%
Diagnosis dinyatakan tidak sesuai	2	10%
Sampel yang memerlukan validasi pakar	3	Belum ditetapkan

Berdasarkan Tabel 5, dokumen penelitian melaporkan bahwa dari 20 sampel pengujian, sebanyak 18 diagnosis dinyatakan sesuai dan 2 diagnosis dinyatakan tidak sesuai. Berdasarkan rekapitulasi tersebut, akurasi awal yang dilaporkan adalah 90%, sedangkan persentase ketidaksesuaian sebesar 10%. Nilai akurasi dihitung dengan membandingkan jumlah diagnosis yang benar dengan jumlah seluruh sampel pengujian, kemudian dikalikan 100%. Meskipun demikian, hasil tersebut masih perlu diverifikasi karena tiga sampel, yaitu S04, S05, dan S18, belum memiliki diagnosis acuan yang tervalidasi. Dengan demikian, angka 90% sebaiknya dinyatakan sebagai akurasi awal berdasarkan rekapitulasi dokumen, bukan sebagai hasil final yang telah diverifikasi. Validasi diagnosis acuan dan pemeriksaan ulang hasil setiap sampel diperlukan agar nilai akurasi yang dilaporkan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengembangkan sistem pakar untuk diagnosis penyakit tanaman padi berdasarkan evidence gejala menggunakan Teorema Bayes dengan memanfaatkan probabilitas posterior untuk menentukan penyakit berdasarkan kombinasi gejala yang diamati. Pengujian awal terhadap 20 sampel menunjukkan bahwa 18 diagnosis sesuai dan dua diagnosis tidak sesuai, sehingga diperoleh akurasi sebesar 90% sebagai hasil awal yang masih memerlukan validasi lebih lanjut. Hasil analisis menunjukkan bahwa gejala yang berkaitan dengan lebih dari satu penyakit dapat menimbulkan ambiguitas, sehingga kombinasi evidence diperlukan untuk meningkatkan kemampuan pembeda dalam proses diagnosis. Kontribusi penelitian ini terletak pada pengembangan mekanisme evidence gejala, transparansi perhitungan probabilitas posterior, validasi basis pengetahuan, dan evaluasi hasil diagnosis berdasarkan acuan atau diagnosis pakar. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu menggunakan data kasus yang lebih besar, memperkuat nilai prior dan likelihood berdasarkan data empiris, melibatkan validasi pakar, serta mengevaluasi kinerja sistem menggunakan accuracy, precision, recall, F1-score, dan confusion matrix agar keandalan sistem sebagai alat bantu diagnosis awal penyakit tanaman padi dapat dinilai secara lebih komprehensif.

REFERENSI

Agus, F., Ihsan, M., Khairina, D. M., & Candra, K. P. (2024). ESforRPD2: Expert system for rice plant disease diagnosis [Version 3]. *F1000Research, 7*, 1902. https://doi.org/10.12688/f1000research.16657.3 DOI / artikel

Agus, F., Ihsan, M., Khairina, D. M., & Candra, K. P. (2024). ESforRPD2: Expert system for rice plant disease diagnosis. *F1000Research, 7*, 1902. https://doi.org/10.12688/f1000research.16657.3

Azhar, M., Prihasto, T., & Salsabila, N. (2024). Expert system for diagnosing plant-disturbing organisms on rice plants using the Euclidean probability method and Bayes theorem with forward chaining inference technique. *SPECTA Journal of Technology, 8*(3). https://doi.org/10.35718/specta.v8i3.1255 DOI / artikel

Cazes, D., & Kalech, M. (2020). Model-based diagnosis with uncertain observations. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 34*(03), 2766–2773. https://doi.org/10.1609/aaai.v34i03.5664

Creesy, R., & Mahesh, K. M. (2026). Deep learning technique for rice leaf disease classification and severity level identification via Hybrid ResConvolutional Neural Network. *Scientific Reports*. https://doi.org/10.1038/s41598-026-68755-5 DOI / artikel

Ginting, Y. A. P., Ramadhan, F. G., & Sinaga, S. J. (2025). Implementation of MobileNetV2 architecture in rice disease detection system using digital images. *International Journal of Science and Environment, 5*(2), 125–132. https://doi.org/10.51601/ijse.v5i2.140

Li, J., Zhao, X., Xu, H., Zhang, L., Xie, B., Yan, J., Zhang, L., Fan, D., & Li, L. (2023). An interpretable high-accuracy method for rice disease detection based on multisource data and transfer learning. *Plants, 12*(18), 3273. https://doi.org/10.3390/plants12183273

Li, S., Feng, Z., Yang, B., Li, H., Liao, X., Gao, Y., Liu, Y., Tang, J., & Yao, X. (2022). An intelligent monitoring system of diseases and pests on rice canopy. *Frontiers in Plant Science, 13*, 972286. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.972286

Mandal, N., Adak, S., Das, D. K., Sahoo, R. N., Mukherjee, J., Kumar, A., Chinnusamy, V., Das, B., Mukhopadhyay, A., Rajashekara, H., & Gakhar, S. (2023). Spectral characterization and severity assessment of rice blast disease using univariate and multivariate models. *Frontiers in Plant Science, 14*, 1067189. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1067189 DOI / artikel

Purwadi, P., & Nasyuha, A. H. (2022). Implementasi Teorema Bayes untuk diagnosa penyakit hawar daun bakteri (kresek) dan penyakit blas tanaman padi. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer), 9*(4), 777. https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i4.4350.

Roy, P. S., & Kukreja, V. (2026). Integrating visual and environmental modalities for rice disease severity prediction with dual-output CNN. *[Journal details perlu diverifikasi dari artikel final]*. https://doi.org/10.1007/s41314-025-00089-y DOI / artikel

Seelwal, P., et al. (2024). A systematic review of deep learning applications for rice disease diagnosis. *Frontiers in Computer Science*. https://doi.org/10.3389/fcomp.2024.1452961 DOI / artikel

Susanto, et al. (2026). Implementasi sistem pakar berbasis web untuk mendiagnosis penyakit tanaman padi menggunakan Meetodee Naive Bayes. *Jurnal Teknologi dan Komputer Terapan Tiga Teknologi Informasi, 12*(1). https://doi.org/10.34010/jtk3ti.v12i1.19423 DOI / artikel

Udayananda, G. K. V. L., Shyalika, C., & Kumara, P. P. N. V. (2022). Rice plant disease diagnosing using machine learning techniques: A comprehensive review. *SN Applied Sciences, 4*, 311. https://doi.org/10.1007/s42452-022-05194-7 DOI / artikel

Uddin, M. Z., Mahamood, M. N., Ray, A., Pramanik, M. I., Alnajjar, F., & Ahad, M. A. R. (2026). E2ETCA: End-to-end training of CNN and attention ensembles for rice disease diagnosis. *Journal of Integrative Agriculture, 25*(2), 756–768. https://doi.org/10.1016/j.jia.2024.03.075 DOI / artikel