



Penerapan Metode Teorema Bayes untuk Memprediksi Penyakit pada Tanaman Kopi

Zulkifli *, Relita Buaton, I Gusti Prahmana

Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Kaputama, Indonesia

Alamat: Jl. Veteran No.4A-9A, Kota Binjai, Sumatera Utara, Indonesia

Korespondensi penulis: zulkiflip921@gmail.com

Abstract. Coffee is a leading commodity in Indonesia's agricultural sector, possessing high economic value and providing a livelihood for many farmers. However, coffee plant productivity often declines significantly due to various diseases affecting the leaves, stems, and berries. This situation is exacerbated by the lack of knowledge among most farmers in recognizing early disease symptoms, resulting in delayed treatment. Consequently, crop losses are unavoidable. Based on these challenges, this study aims to design and build an expert system capable of diagnosing coffee plant diseases quickly, precisely, and accurately using the Bayesian Theorem method. This method was chosen because it can calculate the probability of a disease occurring based on observed symptoms in plants. The Bayesian approach allows the system to provide more reliable diagnostic results by updating the probability values as new evidence is introduced. The developed expert system is web-based, making it easily accessible to users, both farmers and other interested parties. Users simply select the symptoms observed in coffee plants, and the system will then provide a diagnostic result in the form of possible diseases and their probability levels. Test results indicate that the system is capable of providing fairly accurate diagnostic results and can be used as a basis for farmers in making initial decisions regarding coffee plant disease management. With this expert system, farmers are expected to improve their ability to detect coffee plant diseases early, thereby maintaining crop productivity. This expert system is expected to be an effective decision support tool for farmers to reduce crop losses and improve agricultural sustainability.

Keywords: Bayes' Theorem; Coffee Plants; Disease Diagnosis; Expert System; Productivity

Abstrak. Tanaman kopi merupakan salah satu komoditas unggulan di sektor pertanian Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan menjadi sumber mata pencaharian bagi banyak petani. Namun demikian, produktivitas tanaman kopi sering mengalami penurunan yang signifikan akibat serangan berbagai jenis penyakit yang menyerang daun, batang, maupun buah kopi. Kondisi ini diperparah dengan kurangnya pengetahuan sebagian besar petani dalam mengenali gejala awal penyakit sehingga penanganan sering terlambat dilakukan. Akibatnya, kerugian hasil panen tidak dapat dihindari. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pakar yang mampu mendiagnosis penyakit tanaman kopi secara cepat, tepat, dan akurat dengan memanfaatkan metode Teorema Bayes. Metode ini dipilih karena mampu menghitung probabilitas kemunculan suatu penyakit berdasarkan gejala-gejala yang teramati pada tanaman. *The Bayesian approach allows the system to provide more reliable diagnostic results by updating the probability values as new evidence is introduced.* Sistem pakar yang dikembangkan berbasis web sehingga dapat diakses dengan mudah oleh pengguna, baik petani maupun pihak lain yang membutuhkan. Pengguna cukup memilih gejala-gejala yang tampak pada tanaman kopi, kemudian sistem akan memberikan hasil diagnosis berupa kemungkinan penyakit beserta tingkat probabilitasnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan hasil diagnosis yang cukup akurat dan dapat dijadikan dasar bagi petani dalam mengambil keputusan awal penanganan penyakit tanaman kopi. Dengan adanya sistem pakar ini, diharapkan petani dapat meningkatkan kemampuan deteksi dini terhadap penyakit tanaman kopi, sehingga produktivitas hasil panen tetap terjaga. *This expert system is expected to be an effective decision support tool for farmers to reduce crop losses and improve agricultural sustainability.*

Kata kunci: Diagnosis Penyakit; Produktivitas; Sistem Pakar; Tanaman Kopi; Teorema Bayes.

1. LATAR BELAKANG

Tanaman kopi merupakan tanaman tropis dari *Genus Coffea* yang menghasilkan biji sebagai bahan dasar minuman kopi. Tergolong dalam keluarga *Rubiaceae*, tanaman ini tumbuh optimal di wilayah beriklim tropis dengan ketinggian tertentu, tergantung pada varietasnya. Minuman Kopi sendiri berasal dari pengolahan biji tanaman ini. Secara umum, kopi terdiri atas

dua spesies utama, yaitu *Coffea arabica* dan *Coffea robusta*.

Tanaman kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi, baik di pasar domestik maupun internasional. Sebagian salah satu Negara penghasil kopi terbesar didunia, produktivitas dan kualitas tanaman kopi sangat berpengaruh terhadap kesejahteraan petani dan pertumbuhan ekonomi di sektor pertanian (Savira, 2023).

Budidaya tanaman kopi rentan terserang berbagai jenis penyakit seperti karat daun (*Hemileia vastatrix*), bercak daun, akar putih, dan busuk buah. Penyakit-penyakit ini tidak hanya mengurangi produktivitas panen, tetapi juga berdampak pada mutu biji kopi yang dihasilkan. Permasalahan menjadi semakin rumit karena gejala yang ditimbulkan oleh berbagai penyakit tersebut sering kali serupa, sehingga menyulitkan petani dalam melakukan identifikasi secara cepat dan akurat. Untuk mengatasi hal ini, dibutuhkan suatu sistem yang mampu membantu proses diagnosis penyakit tanaman kopi secara cerdas dan efisien. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah penggunaan sistem pakar, yaitu sistem berbasis komputer yang meniru cara berpikir seorang pakar dalam mengambil keputusan berdasarkan pengetahuan dan pengalaman yang telah diprogram ke dalam sistem.

Dalam mengidentifikasi penyakit kopi, *Teorema Bayes* merupakan metode probabilistik yang cocok digunakan karena mampu menghitung kemungkinan suatu penyakit berdasarkan gejala-gejala yang diamati. Dengan menggunakan pendekatan ini, sistem pakar dapat memberikan hasil diagnosis yang lebih akurat berdasarkan data gejala yang diberikan oleh pengguna. Penerapan Teorema Bayes dalam sistem pakar diagnosis penyakit tanaman kopi memungkinkan integrasi antara pengetahuan pakar dan data empiris, sehingga dapat membantu petani atau penyuluh pertanian dalam mendeteksi penyakit sejak dini dan menentukan tindakan pengendalian yang tepat.

Dalam penelitian yang dilakukan Mukhlis Ramadhan (2021) dengan judul “Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit pada Tanaman kopi Menggunakan *Teorema Bayes*”. Pada penelitian ini menggunakan beberapa penyakit sebagai variabel diantaranya karat daun, jamur upas, akar hitam dan mati ujung. Dari 20 data yang diuji dapat diketahui bahwa penyakit Jamur Upas pada tumbuhan kopi dengan nilai kemungkinan 0.605 atau 60.5% yang tertinggi dari penyakit yang lain. Sistem pakar dapat menggantikan peran pakar yang prinsip kerjanya dapat memberikan hasil yang pasti. Dengan adanya sistem pakar mendiagnosa penyakit tanaman kopi, dapat memberikan informasi tentang ada nya masalah penyakit tanaman kopi yang nantinya dapat berguna memberikan solusi. (Ramadhan et al., 2021)

2. KAJIAN TEORITIS

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan masalah yang diperoleh sebagai berikut:

- a) Bagaimana memprediksi penyakit tanaman kopi menggunakan metode *Teorema Bayes*?
- b) Bagaimana membuat suatu sistem pakar berbasis web memprediksi penyakit tanaman kopi?
- c) Bagaimana hasil pembuatan sistem dapat menggantikan seorang pakar kedalam komputer sehingga diagnosis lebih mudah dan cepat?

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini dalam sistem pakar penerapan metode *Teorema Bayes* untuk memprediksi penyakit pada tanaman kopi sebagai berikut:

- a) Memprediksi penyakit tanaman kopi menggunakan metode *Teorema Bayes*.
- b) Membangun suatu sistem pakar berbasis web memprediksi penyakit tanaman kopi.
- c) Mengetahui hasil pembuatan sistem dapat menggantikan seorang pakar kedalam komputer sehingga diagnosis lebih mudah dan cepat.

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- a) Persiapan

Tahapan awal yang dilakukan adalah menetapkan definisi, tujuan, mengumpulkan, mempelajari literature, dan penentuan metode penelitian.

- b) Setelah proses persiapan maka dilaksanakanlah analisa menggunakan Analisa Bayes sebagai berikut:

Naive Bayes merupakan sebuah pengklasifikasian probabilistik sederhana yang menghitung sekumpulan probabilitas dengan menjumlahkan frekuensi dan kombinasi nilai dari dataset yang diberikan. Algoritma *Naive Bayes* adalah salah satu metode data mining yang termasuk kedalam sepuluh klasifikasi data mining yang paling populer diantara algoritma-algoritma lainnya. Metode *Naive Bayes* juga dinilai berpotensi baik dalam mengklasifikasi dokumen dibandingkan metode pengklasifikasian yang lain dalam hal akurasi dan efisiensi komputasi (Saputra, 2018). Setelah data dikumpulkan dan dipelajari langkah berikutnya melakukan analisa *Teorema Bayes* dengan menggunakan probabilitas bersyarat sebagai dasarnya serta representasi pengetahuan berbasis aturan.

- c) Melakukan uji coba dengan test system bayes menggunakan web

Tahap ini adalah tahap terakhir dengan menguji penerapan hasil nilai melalui metode *Case Based Reasoning* menggunakan Web.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi

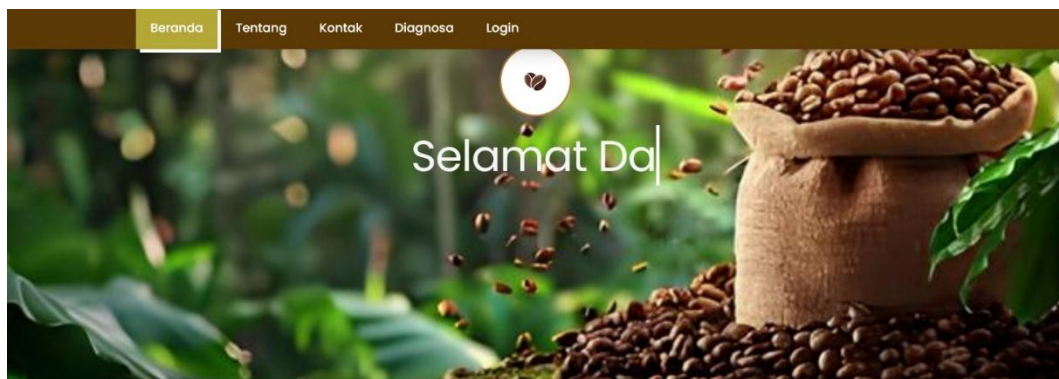
Implementasi merupakan kelanjutan dari kegiatan perancangan sistem. Tahap ini merupakan tahap meletakkan sistem supaya siap untuk di operasikan dan dapat dipandang sebagai usaha untuk mewujudkan sistem yang telah di rancang. Langkah-langkah dalam tahap ini adalah urutan kegiatan awal sampai akhir yang harus dilakukan dalam mewujudkan sistem yang telah dirancang.

Hasil implementasi dari sistem yang dibangun dari penulisan skripsi ini adalah sebuah sistem pakar untuk mendeteksi penyakit pada tanaman kopi. Sistem pakar prediksi penyakit tanaman kopi ini memiliki beberapa form, yaitu form Login untuk admin, form menu utama untuk *user*, form menu admin untuk mengelola data.

Setelah perancangan sistem selesai, maka penulis menampilkan hasil dari sistem yang telah dirancang dalam bentuk tampilan. Berikut desain tampilan *interface* dan penjelasan yang penulis rancang adalah :

B. Halaman Utama

Halaman utama ini merupakan halaman awal pada saat *user* mengakses sistem pakar prediksi penyakit tanaman kopi, dihalaman awal terdapat juga menu user yaitu Beranda, Tentang, Kontak, Diagnosa dan Login.



Gambar 1. Halaman Utama.

C. Halaman Pengujian

Dalam menu pengujian user atau pengguna sistem dapat memilih gejala yang terjadi dan dari pengujian memilih gejala yang nampak sehingga dapat diketahui jenis penyakit tanaman kopi.

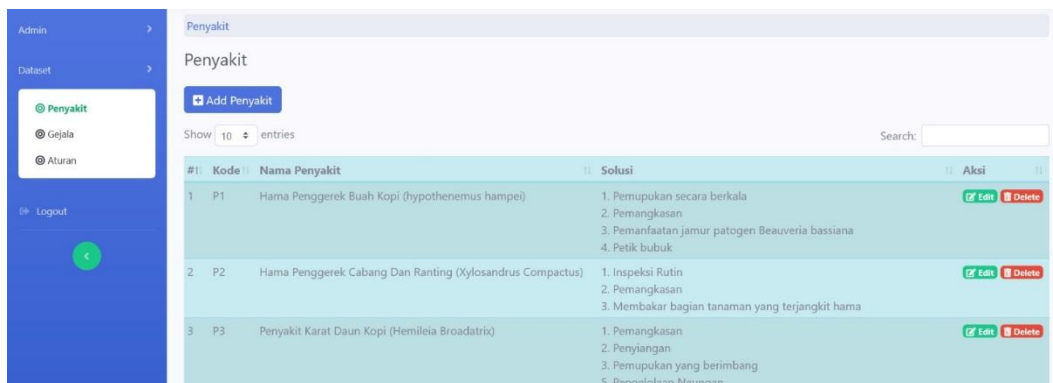


Gambar 2. Menu Diagnosa.

Menu pilih gejala pada sistem pakar adalah fitur atau tampilan antarmuka yang memungkinkan pengguna memilih gejala-gejala yang dirasakan atau terjadi, agar sistem dapat melakukan diagnosis dan memberikan hasil berupa penyakit atau gangguan yang mungkin terjadi.

D. Data Penyakit Tanaman Kopi

Dalam menu penyakit tanaman kopi, dimenu ini admin dapat menggunakannya serta dapat menambahkan penyakit yang dimiliki oleh penyakit tanaman kopi tersebut.



Gambar 3. Menu Data Penyakit Tanaman Kopi.

Menu Utama Admin adalah tampilan awal antarmuka khusus administrator dalam sebuah sistem (misalnya sistem pakar, SPK, sistem informasi), yang berisi fitur-fitur utama untuk mengelola data, pengguna, dan proses sistem.

E. Data Gejala (Rule) Penyakit Tanaman Kopi

Dalam rule penyakit tanaman kopi, dimenu ini admin dapat menggunakannya serta dapat menambahkan rule penyakit tanaman kopi.

#	Kode	Nama gejala	Aksi
1	G33	Rentan terhadap penyakit	Edit Delete
2	G32	Pertumbuhan tanaman lambat	Edit Delete
3	G31	Pengurangan penyerapan nutrisi dan air	Edit Delete
4	G30	Akar yang terbelit atau tidak normal	Edit Delete
5	G29	Pembengkakan atau puru pada akar	Edit Delete
6	G28	Penguningan daun	Edit Delete
7	G27	Kematian tanaman kopi	Edit Delete
8	G26	Pembusukan akar	Edit Delete
9	G25	Pertumbuhan miselium putih	Edit Delete
10	G24	Layu Mendadak	Edit Delete

Gambar 4. Rule/Aturan Penyakit Tanaman Kopi.

Menu Rule adalah tempat admin memasukkan, mengubah, atau menghapus aturan IF-THEN atau bentuk logika lainnya yang digunakan oleh mesin inferensi untuk menarik kesimpulan/diagnosa berdasarkan gejala yang dipilih oleh pengguna.

F. Menu Aturan

Form ini adalah admin dapat menambahkan antara penyakit dan gejala (aturan) dari penyakit tanaman kopi tersebut sehingga dari gejala yang ada pada sistem dapat menganalisa atau diagnosa jenis penyakit tersebut.

#	Kode Penyakit	Kode Gejala	Nama gejala	Bobot	Aktif	Aksi
1	P1	G01	Lubang kecil pada buah kopi	0.20	Ya	Delete
2		G02	Buah kopi berwarna gelap	0.30	Ya	
3		G03	Buah gugur	0.10	Ya	
4		G04	Kehadiran serbuk gergaji	0.20	Ya	
5		G05	Kerusakan pada biji kopi	0.20	Ya	
6	P2	G06	Lubang masuk pada cabang dan ranting	0.10	Ya	Delete
7		G07	Serbuk kayu atau frass	0.20	Ya	
8		G08	Layunya cabang dan ranting	0.20	Ya	
9		G09	Kematian cabang atau ranting	0.30	Ya	
10		G10	Resin atau getah yang keluar	0.20	Ya	

Gambar 5. Aturan.

Menu Aturan adalah tampilan dalam sistem pakar yang memungkinkan admin untuk melihat, menambah, mengedit, dan menghapus aturan berbasis logika yang menghubungkan gejala-gejala dengan penyakit atau solusi tertentu.

G. Menu Hasil Identifikasi

Form ini adalah hasil dari perhitungan gejala penyakit tanaman kopi yang telah diinputkan oleh user, terdapat hasil dari total data Naive Bayes yang diinputkan oleh admin.

Gejala yang dipilih #1		
#	Kode Gejala	Nama Gejala
1	G02	Buah kopi berwarna gelap
2	G04	Kehadiran serbuk gergaji
3	G06	Lubang masuk pada cabang dan ranting
4	G07	Serbuk kayu atau frass
5	G08	Layunya cabang dan ranting

Gambar 6. Hasil Diagnosa.

Hasil Diagnosa dalam sistem pakar diagnosa penyakit tanaman kopi adalah output atau kesimpulan yang ditampilkan sistem setelah pengguna memilih beberapa gejala, lalu sistem melakukan proses penalaran (inferensi) berdasarkan aturan atau metode tertentu (*Naive Bayes*).

H. Menu Hasil Perhitungan dengan Menggunakan Metode *Naive Bayes*

Dalam form ini hasil dari diagnosa merupakan hasil dari perhitungan dari metode *Naive Bayes* sehingga dapat dilihat dari diagnosa yang terjadi pada gejala penyakit tanaman kopi dengan kebenaran gejala yang muncul pada jenis penyakit tanaman kopi.

Probabilitas Hipotesa Penyakit P(Pn) #2			
#	Kode Penyakit	Jumlah gejala berdasarkan penyakit / Jumlah Gejala Dipilih	Hasil
1	P1	2/5	0.4
2	P2	3/5	0.6

Probabilitas Kesehatan G(Gn) #3			
#	Kode Penyakit	$G_i \rightarrow (G_i P_n) * P_n$	Hasil
1	P1	0.5 x 0.4	0.2
2	P2	0.5 x 0.6	0.3
Total			0.5

Nilai Prediksi Teorema Bayes #4			
#	Kode Penyakit	$P_i \rightarrow P(P_i G_i)$	Hasil
1	P1	0.2 / 0.5	0.40 { 40.00% }
2	P2	0.3 / 0.5	0.60 { 60.00% }

Hasil Diagnosa

Berdasarkan informasi yang Anda input, berikut adalah hasil diagnosa yang kami susun. Perhatikan hasil berikut untuk mendapatkan wawasan tentang Tanaman Kopi Anda:

Nilai Terbesar : 0.60

Penyakit : Hama Penggerek Cabang Dan Ranting (*Xylosandrus Compactus*)

Solusi

1. Inspeksi Rutin
2. Pemangkasan
3. Membakar bagian tanaman yang terjangkit hama

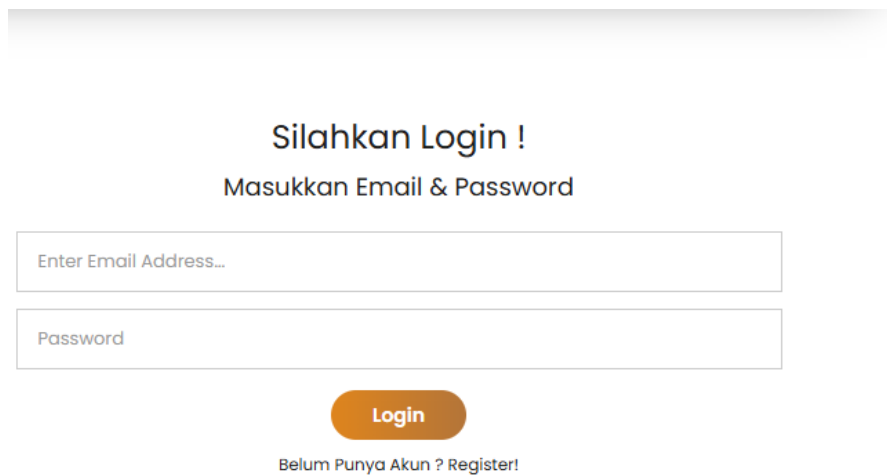
Gambar 7. Hasil Perhitungan Metode *Naive Bayes*.

Hasil perhitungan dari sistem pakar mendiagnosa penyakit tanaman kopi menggunakan

metode *Naive Bayes* diawali dengan input gejala yang dipilih oleh pengguna, seperti daun menguning, bercak coklat, daun menggulung, dan buah busuk. Sistem kemudian menghitung probabilitas awal (prior) dari masing-masing penyakit berdasarkan data pelatihan, serta menghitung probabilitas kemunculan gejala tertentu dalam tiap kategori penyakit (*likelihood*). Selanjutnya, sistem mengalikan nilai prior dengan semua nilai *likelihood* gejala yang sesuai untuk setiap penyakit, menghasilkan nilai posterior. Nilai ini menunjukkan kemungkinan terjadinya suatu penyakit berdasarkan gejala yang dipilih. Penyakit dengan nilai probabilitas tertinggi dianggap sebagai hasil diagnosa, dan sistem menampilkan nama penyakit tersebut disertai tingkat keyakinan serta saran penanganannya.

I. Menu Login Admin

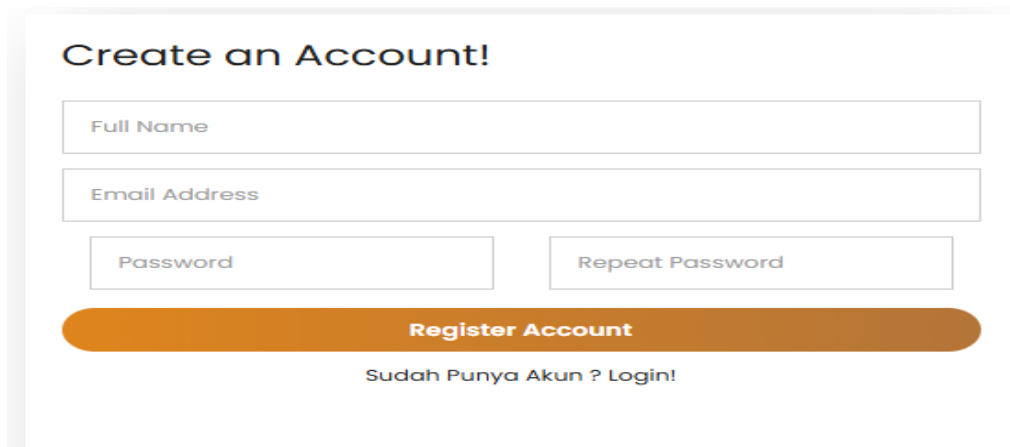
Dalam form ini hanya admin yang dapat mengakses karena didalam menu login admin dapat menginput data, gejala, tambah dan hapus data.



Gambar 8. Menu Login.

J. Tambah Admin

Pada menu ini berfungsi untuk menambah atau mendaftar user yang belum mempunyai akun



Gambar 9. Tambah Admin.

Dalam perancangan “Penerapan Metode Teorema Bayes Untuk Memprediksi Penyakit Pada Tanaman Kopi”, penulis menggunakan program yang berbasis pada PHP dan menggunakan

MySQL sebagai databasenya.

Mekanisme inferensi dengan metode Teorema Bayes untuk sistem pakar memprediksi penyakit pada tanaman kopi memiliki tahapan yang sederhana karena menggunakan ekspresi logika dan kaidah dengan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Langkah 1, pilih gejala penyakit
- b) Langkah 2, pilih tombol analisa
- c) Langkah 3, muncul hasil analisa dan lihat hasil perhitungan
- d) Langkah 4, cetak hasil dan solusi penyakit tanaman kopi

Perintah yang ada pada program yang penulis buat juga cukup mudah untuk dipahami karena user hanya perlu mengklik tombol yang sudah tersedia sesuai dengan kebutuhan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dengan adanya hasil aplikasi sistem pakar penerapan metode Teorema Bayes untuk memprediksi penyakit pada tanaman kopi, dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini mampu menjawab rumusan masalah penelitian dengan memanfaatkan logika probabilitas untuk menghitung kemungkinan penyakit berdasarkan gejala yang dipilih pengguna sehingga menghasilkan diagnosa yang objektif dan berbasis data; sistem ini menggabungkan data historis dan probabilitas sehingga mampu memberikan hasil diagnosa yang cepat, akurat, disertai tingkat keyakinan, serta membantu pengguna mengenali penyakit lebih dini; selain itu, sistem menjadi alat bantu efektif bagi petani atau pengguna non-ahli dalam mengambil keputusan penanganan tanaman kopi, mengurangi ketergantungan pada tenaga ahli, dan meningkatkan efisiensi pengendalian penyakit; gejala penyakit seperti defoliasi, daun rontok, layu mendadak, atau pembusukan akar merupakan indikator penting yang digunakan sistem untuk menentukan kemungkinan jenis penyakit yang menyerang tanaman kopi. Adapun saran dari penelitian ini adalah sistem pakar yang dikembangkan masih berupa program sederhana sehingga perlu penyempurnaan untuk meningkatkan keakuratan data, serta saat ini hanya membahas tujuh jenis penyakit tanaman kopi sehingga ke depan dapat dikembangkan dengan menambahkan penyakit maupun gejala lain melalui riset yang melibatkan pakar di bidangnya.

DAFTAR REFERENSI

- Ace Suryadi. (2014). *Pendidikan Indonesia menuju 2025: Outlook, permasalahan, tantangan & alternatif kebijakan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Aziz, M. R. (2023). Sistem pakar diagnosa penyakit lambung menggunakan metode forward chaining. *Jurnal Pendidikan Tambusi*.
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Ekspor tanaman kopi tujuan utama 2014–2017*. http://www.nps.go.id/tab_sub/view?kat=1&id_subyek=08%20¬ab=13

- Budiharto, W., & Suhartono, D. (2016). *Artificial intelligence: Konsep dan penerapannya*. Andi.
- Gunawan, M. D., Franz, A., & Manullang, R. R. (2020). Sistem pakar penyakit tanaman kopi (*Coffea sp*) metode forward chaining berbasis web. *Buletin Poltanesa*, 21(1), 26–31. <https://doi.org/10.51967/tanesa.v21i1.321>
- Hayadi, B. H. (2018). *Sistem pakar*. Yogyakarta: Deepublish.
- Hayuningtyas, R. Y. (2019). Penerapan algoritma Naïve Bayes untuk rekomendasi pakaian wanita. *Jurnal Informatika*, 6(1), 18–22. <https://doi.org/10.31311/ji.v6i1.4685>
- Kurniawan, D. (2020). *Pengertian XAMPP lengkap dengan cara menggunakannya (terbaru)*. Niagahoster. <https://www.niagahoster.co.id>
- Marlinda, L. (2021). *Sistem pakar: Perancangan dan pembahasan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Minarni. (2013). Rancang bangun aplikasi sistem pakar untuk kerusakan komputer dengan metode backward chaining. *Jurnal Teknolf*, 1(1).
- Rahardjo, P. (2012). *Panduan budi daya dan pengolahan kopi arabika dan robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ridwan, M. A. (2020). Sistem pakar diagnosa penyakit periodontal menggunakan metode Dempster-Shafer. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*.
- Santoso, J. T., & Migunani. (2021). *Disain dan analisis sistem berorientasi objek dengan UML*. Semarang: Prima Agus Teknik.
- Saputra, R. A., Taufik, A. R., Ramdhani, L. S., Oktapiani, R., & Marsusanti, E. (2018). Sistem pendukung keputusan dalam menentukan metode kontrasepsi menggunakan algoritma Naïve Bayes.
- Silalahi, F. D. (2020). *Manajemen database MySQL*. Semarang: Yayasan Prima Agus Teknik.
- Siswanto, E. (2021). *Kupas tuntas PHP*. Semarang: Yayasan Prima Agus Teknik.
- Sukamto, & Shalahuddin, A. (2018). *Rekayasa perangkat lunak terstruktur dan berorientasi objek*. Bandung: Informatika Bandung.
- Supono, & Putratama, V. (2018). *Pemrograman web dengan menggunakan PHP dan framework CodeIgniter* (1st ed.). Yogyakarta: Deepublish.
- Tasari, G. (2021). Mengenal Visual Studio Code. *Gamelab Indonesia*. <https://www.gamelab.id/news/468-mengena-visual-studio-code>