

Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Pada Bibit Kelapa Sawit Dengan Metode Teorema Bayes

Selvi Pebrina Br Tarigan¹, Zulfian Azmi², Abdullah Muhazir³

^{1,2,3} Sistem Informasi, Stmik Triguna Dharma

Email: ¹selviferbina938@gmail.com, ²zulfian.azmi@gmail.com, ³muhazir@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: selviferbina938@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong transformasi di berbagai sektor, termasuk pertanian. Salah satu penerapan teknologi yang menjanjikan adalah penggunaan sistem pakar untuk membantu petani dalam pengambilan keputusan, khususnya dalam diagnosis penyakit tanaman. Perkebunan kelapa sawit, sebagai komoditas utama Indonesia, menghadapi tantangan serius akibat serangan penyakit yang menurunkan produksi dan kualitas hasil panen. Penyakit seperti Akar Putih, Layu Fusarium, dan infeksi jamur *Ganoderma* seringkali sulit dideteksi sejak dini dan membutuhkan penanganan cepat dan tepat. Namun, keterbatasan pengetahuan petani serta minimnya akses informasi membuat diagnosis dini menjadi sulit. Untuk menjawab permasalahan ini, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem pakar berbasis Teorema Bayes sebagai metode diagnosis penyakit pada bibit kelapa sawit. Teorema Bayes memungkinkan perhitungan probabilitas penyakit berdasarkan gejala yang terdeteksi, serta dapat memperbarui prediksi secara dinamis seiring bertambahnya data. Dengan menggabungkan data gejala, pengetahuan ahli, dan pendekatan probabilistik, sistem pakar ini diharapkan mampu memberikan diagnosis yang akurat dan rekomendasi penanganan yang sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk merancang perangkat lunak sistem pakar yang dapat membantu petani dalam mengidentifikasi penyakit pada bibit kelapa sawit secara efisien dan berbasis data. Diharapkan, hasil dari penelitian ini dapat meningkatkan ketepatan diagnosis, mempercepat penanganan penyakit, dan pada akhirnya mendukung peningkatan produktivitas perkebunan kelapa sawit di Indonesia..

Kata Kunci: Sistem Pakar, Kelapa Sawit, Diagnosis Penyakit, Teorema Bayes.

Abstract

The development of information and communication technology has driven transformation across various sectors, including agriculture. One promising application of technology is the use of expert systems to assist farmers in decision-making, particularly in plant disease diagnosis. Oil palm plantations, a key commodity in Indonesia, face significant challenges due to diseases that reduce both the quantity and quality of harvests. Diseases such as White Root, Fusarium Wilt, and *Ganoderma* fungal infections are often difficult to detect early and require prompt and accurate treatment. However, limited knowledge among farmers and lack of access to information make early diagnosis challenging. To address this issue, this research proposes the development of an expert system based on Bayes' Theorem for diagnosing diseases in oil palm seedlings. Bayes' Theorem allows for the calculation of disease probabilities based on detected symptoms and can dynamically update predictions as more data becomes available. By combining symptom data, expert knowledge, and a probabilistic approach, this expert system is expected to provide accurate diagnoses and appropriate treatment recommendations. This research aims to design expert system software that can help farmers efficiently identify diseases in oil palm seedlings based on data. It is expected that the results of this study will improve diagnostic accuracy, accelerate disease management, and ultimately support the enhancement of oil palm plantation productivity in Indonesia..

Keywords: Expert System, Oil Palm, Disease Diagnosis, Bayes' Theorem.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi membawa pengaruh besar di berbagai bidang, termasuk di bidang pertanian. Teknologi modern, seperti sistem pakar, kecerdasan buatan (AI), dan pemrosesan data besar (*big data*), kini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas sektor pertanian. Dalam hal ini, penggunaan teknologi di pertanian memungkinkan para petani untuk mengambil keputusan yang lebih baik dan tepat waktu. Salah satu bidang pertanian yang sangat diuntungkan oleh penerapan teknologi adalah sektor perkebunan kelapa sawit, yang menjadi salah satu komoditas andalan Indonesia.

Namun, dalam praktiknya, banyak petani kelapa sawit menghadapi berbagai masalah, terutama dalam hal diagnosis penyakit pada bibit kelapa sawit. Dikutip dari Direktur Eksekutif GAPKI Mukti Sardjono, Hingga bulan Juni, produksi kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2024 tercatat 4,07 persen lebih rendah dibandingkan dengan periode yang sama pada tahun 2023 [1]. Sebagian besar dampak tersebut berupa serangan penyakit pada tanaman kelapa sawit [2]. Sebagai solusi, penggunaan sistem pakar berbasis teknologi dapat membantu petani dalam mendiagnosis penyakit pada bibit kelapa sawit secara lebih cepat dan akurat. Sistem pakar ini dapat diintegrasikan dengan data penyakit yang sudah ada serta pengetahuan ahli pertanian untuk memberikan rekomendasi diagnostik dan solusi yang lebih tepat. Salah satu pendekatan yang bisa diterapkan untuk mengembangkan sistem pakar dalam mendeteksi penyakit tanaman adalah menggunakan Teorema Bayes, yang memungkinkan sistem menghitung probabilitas kemunculan penyakit berdasarkan data yang ada. [3]. Teorema Bayes adalah metode statistik yang digunakan untuk menentukan probabilitas suatu peristiwa dengan memperbarui estimasi berdasarkan informasi atau bukti terbaru [4]. Dengan memanfaatkan data gejala yang

relevan dan pengetahuan sebelumnya, sistem ini dapat memberikan diagnosis yang lebih akurat dan membantu petani dalam mengambil langkah preventif untuk mencegah penyebaran penyakit [5].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Metode penelitian dapat diartikan sebagai cara ilmiah yang dipakai untuk menghimpun *data* demi mencapai sasaran dan keuntungan spesifik. Pendekatan ini relevan diterapkan dalam *studi* mengenai penyakit yang menjangkiti bibit *kelapa sawit*. Penelitian ini secara khusus berfokus pada pengenalan (identifikasi), kajian mendalam (analisis), serta penyediaan solusi bagi beragam penyakit yang menyerang bibit *kelapa sawit*. Beberapa *teknik penyampaian data* yang bisa digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengamatan (Observasi)

Observasi merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengamati langsung kondisi bibit kelapa sawit di lapangan yang dikelola langsung oleh PT. Tara Bintang Nusa. Teknik ini bertujuan untuk mengidentifikasi gejala awal penyakit, tingkat keparahan serangan, serta pola penyebaran penyakit dalam suatu lingkungan tertentu. Observasi dilakukan dengan mencatat berbagai parameter penting seperti :

- Kondisi fisik bibit: Mencakup perubahan daun, adanya bercak, serta deformasi pertumbuhan yang mengindikasikan adanya infeksi patogen.
- Lingkungan sekitar: Meliputi faktor kelembapan, kondisi tanah, suhu udara, dan keberadaan organisme lain yang mungkin berperan dalam penyebaran penyakit.
- Pola penyebaran penyakit: Mengamati apakah penyakit muncul secara sporadis, berkelompok, atau menyebar secara luas dalam suatu area tertentu.

2. Wawancara (Interview)

Wawancara dapat diartikan sebagai dialog yang berlangsung secara langsung antara setidaknya dua orang, yaitu pihak *narasumber* dan pihak *pewawancara*. Khusus dalam penelitian ini, *teknik* tersebut diterapkan melalui sesi *tanya jawab* langsung dengan Bapak Irwan Ginting yang berkedudukan sebagai *General Affair* di PT. Tara Bintang Nusa.

Tabel 1 Data Penyakit pada Bibit Sawit

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Penyebab
P1	Penyakit Blast (Akar Busuk)	<i>Rhizoctonia lamellifera</i>
P2	Penyakit Akar Putih	<i>Rigidoporus microporus</i>
P3	Penyakit Layu Fusarium	<i>Fusarium oxysporum</i>
P4	Infeksi Jamur Ganoderma	<i>Ganoderma boninense</i>

2.2 Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan aplikasi kecerdasan buatan yang menggabungkan basis pengetahuan dengan sistem inferensi untuk meniru cara pengambilan keputusan seorang ahli [6]. Sistem ini dirancang untuk mentransfer pengetahuan yang dimiliki manusia ke dalam komputer, memungkinkan komputer untuk menyelesaikan masalah dengan pendekatan yang serupa dengan cara yang dilakukan oleh para pakar. [7]. Prinsip dasar dari sistem pakar adalah mentransfer pengetahuan yang dimiliki oleh seorang ahli ke dalam komputer, serta merancang sistem yang dapat membuat keputusan dan menarik kesimpulan berdasarkan pengetahuan tersebut. Keahlian manusia memiliki batasan, seperti dapat hilang karena kematian, pensiun, atau perpindahan tempat kerja [8]. Dalam proses pengambilan keputusan, seorang pakar dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor yang dapat memengaruhi hasil akhir keputusan yang diambil. Sebaliknya, sistem pakar memberikan hasil yang lebih konsisten dibandingkan dengan seorang ahli manusia. Selain itu, sistem ini dapat membuat keputusan dengan waktu yang lebih stabil dan dalam beberapa kasus, menghasilkan kesimpulan lebih cepat daripada seorang pakar [9]. Untuk mengatasi masalah ketidakpastian, penalaran statistik dapat diterapkan. *Bayes' theorem* berfungsi sebagai alat untuk memperbarui tingkat kepercayaan terhadap suatu informasi. Metode ini sering digunakan dalam diagnosa statistik yang berhubungan dengan probabilitas dan kemungkinan penyakit serta gejala yang terkait. Model representasi pengetahuan adalah struktur data komputer yang dapat dimanipulasi oleh *inference machine* untuk melakukan pencarian dan mencocokkan pola kasus yang ditangani oleh sistem [10].

2.3 Teorema Bayes

Metode *Teorema Bayes* memiliki dua interpretasi yang berbeda. Dalam interpretasi Bayes, metode ini menyatakan bahwa tingkat kepercayaan subjektif harus diperbarui secara rasional saat informasi baru muncul, yang kemudian dibandingkan dengan kasus-kasus sebelumnya. *Probabilitas Bayes* merupakan salah satu pendekatan untuk menangani ketidakpastian data dengan menerapkan rumus Bayes [11].

Metode *Teorema Bayes* memiliki dua cara penafsiran yang berbeda. Dalam penafsiran Bayes, metode ini menjelaskan bahwa tingkat keyakinan subjektif perlu diperbarui secara rasional ketika informasi baru diperoleh, dan dibandingkan dengan informasi atau kasus sebelumnya [12]. Berikut adalah algoritma untuk menerapkan metode *Teorema Bayes*:

- Langkah pertama adalah mendefinisikan nilai probabilitas untuk setiap bukti (evidence) pada masing-masing hipotesis berdasarkan data sampel yang tersedia, menggunakan rumus probabilitas Bayes.

$$P(H|E) = \frac{p(E|H) \cdot P(H)}{P(E)} \dots\dots\dots [1]$$

2. Menjumlahkan nilai probabilitas dari setiap bukti (evidence) untuk setiap hipotesis berdasarkan data sampel.

$$\sum_{k=1}^n k = 1 = G1 + \dots + Gn \dots\dots\dots [2]$$

3. Mencari nilai probabilitas dari hipotesis H tanpa mempertimbangkan bukti (evidence) apapun untuk setiap hipotesis..

$$P(Hi) = \frac{P(E|Hi)}{\sum_{k=1}^n} \dots\dots\dots [3]$$

4. Mencari nilai probabilitas hipotesis dengan mempertimbangkan bukti (evidence) dengan cara mengalikan nilai probabilitas bukti awal dengan probabilitas hipotesis tanpa bukti, kemudian menjumlahkan hasil perkalian untuk masing-masing hipotesis..

$$\sum_{k=1}^n = p(H1) * p(E|H1) + \dots + p(Hi) * p(E|Hi) \dots\dots\dots [4]$$

5. Mencari nilai $p(Hi|E)$ atau probabilitas H_i benar jika diberikan evidence E .

$$P(Hi|Ei) = \frac{P(Hi * p(E|Hi))}{\sum_{k=1}^n} \dots\dots\dots [5]$$

6. Mencari nilai kesimpulan dari *Teorema Bayes* dengan cara mengalikan nilai probabilitas evidence awal atau $p(E|Hi)$ dengan nilai hipotesis H_i benar jika diberikan evidence E atau $p(Hi|E)$ dan menjumlahkan hasil perkalian.

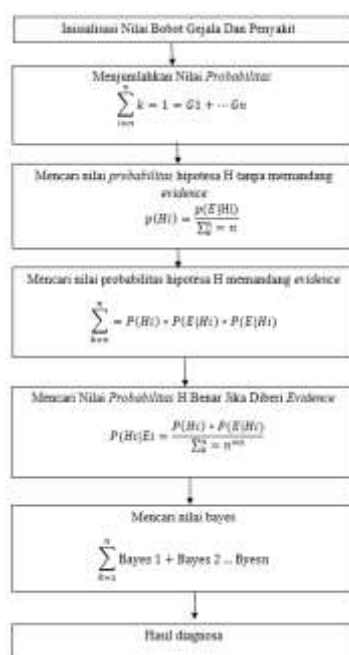
$$\sum_{k=1}^n \text{bayes} = \text{bayes } 1 + \dots + \text{Bayes } n \dots\dots\dots [6]$$

Secara umum *Teorema Bayes* dengan E kejadian dan hipotesis H dapat dituliskan dalam bentuk :

$$P(H_i|E) = \frac{P(E \cap H_i)}{\sum_i P(E \cap H_i)} = \frac{P(E|H_i)P(H_i)}{P(E)} \dots\dots\dots [7]$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah kerangka kerja dari metode *Teorema Bayes* untuk mempermudah penyelesaian masalah terkait Penyakit pada bibit sawit



Gambar 1 Kerangka Kerja Metode *Teorema Bayes*

Berdasarkan data riwayat penelitian sebelumnya, dapat disusun data yang berisi nilai *probabilitas* untuk setiap gejala dalam masing-masing jenis penyakit. Nilai *probabilitas* ini didapatkan dari perhitungan jumlah gejala (sebagai total) dengan menggunakan *rumus probabilitas Bayes*.

$$P(A|B) = \frac{P(B \cap A)}{P(B)}$$

P01= Blast

$$G1 = \frac{24}{30} = 0.8$$

$$G2 = \frac{19}{30} = 0.63$$

$$G3 = \frac{22}{30} = 0.73$$

$$G4 = \frac{25}{30} = 0.83$$

$$G5 = \frac{23}{30} = 0.77$$

$$G6 = \frac{25}{30} = 0.83$$

$$G7 = \frac{26}{30} = 0.87$$

$$G13 = \frac{23}{30} = 0.77$$

$$G16 = \frac{26}{30} = 0.87$$

P02 = Akar Putih

$$G2 = \frac{19}{28} = 0.68$$

$$G4 = \frac{22}{28} = 0.79$$

$$G6 = \frac{23}{28} = 0.82$$

$$G9 = \frac{20}{28} = 0.71$$

$$G12 = \frac{21}{28} = 0.75$$

$$G14 = \frac{23}{28} = 0.82$$

$$G15 = \frac{25}{28} = 0.89$$

$$G16 = \frac{24}{28} = 0.86$$

P03 Layu Fusarium

$$G5 = \frac{23}{32} = 0.72$$

$$G6 = \frac{26}{32} = 0.81$$

$$G8 = \frac{28}{32} = 0.88$$

$$G10 = \frac{25}{32} = 0.78$$

$$G12 = \frac{26}{32} = 0.81$$

$$G13 = \frac{24}{32} = 0.75$$

P04 Ganoderma

$$G1 = \frac{25}{35} = 0.71$$

$$G7 = \frac{30}{35} = 0.86$$

$$G8 = \frac{29}{35} = 0.83$$

$$G11 = \frac{28}{35} = 0.80$$

$$G15 = \frac{30}{35} = 0.86$$

$$G16 = \frac{31}{35} = 0.89$$

Tabel 2 Nilai Probabilitas

No	Gejala penyakit	Kode penyakit			
		P01	P02	P03	P04
1	Akar tampak busuk & coklat kehitaman	0.80			0.71
2	Akar mudah patah saat disentuh	0.63	0.68		
3	Tanah sekitar akar berbau tidak sedap	0.73			
4	Daun muda menguning tidak wajar	0.83	0.79		
5	Daun layu meskipun tanah cukup lembap	0.77		0.72	
6	Pertumbuhan bibit lebih lambat	0.83	0.82	0.81	
7	Pangkal batang mengeluarkan cairan coklat	0.87			0.86
8	Batang bibit retak / muncul bercak hitam			0.88	0.83
9	Akar tanaman berubah warna putih pucat		0.71		
10	Daun berguguran sebelum waktunya			0.78	
11	Batang terasa lunak saat ditekan				0.80
12	Daun mengering dan mudah rontok		0.75	0.81	
13	Bibit tumbuh kerdil dan tidak berkembang	0.77		0.75	
14	Ada serat jamur putih di sekitar akar		0.82		
15	Bagian bawah batang mengalami pembusukan		0.89		0.86
16	Bibit mati perlahan dalam beberapa minggu	0.87	0.86		0.89

Setelah *rule inferensi* ditentukan berdasarkan tabel sebelumnya, maka tahap selanjutnya adalah menggunakan *Mesin inferensi* yang dibentuk dari tabel tersebut. Langkah ini melibatkan pelaksanaan perhitungan menggunakan *metode Bayes*. Perhitungan akan dilakukan untuk setiap kemungkinan yang dipilih. Adapun perhitungan *metode Bayes* tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 3 Konsultasi

Kode Gejala	Pertanyaan berdasarkan gejala	Jawaban
G01	Akar tampak busuk & coklat kehitaman	Ya
G02	Akar mudah patah saat disentuh	Ya
G03	Tanah sekitar akar berbau tidak sedap	Ya
G04	Daun muda menguning tidak wajar	Ya
G05	Daun layu meskipun tanah cukup lembap	Ya
G06	Pertumbuhan bibit lebih lambat	
G07	Pangkal batang mengeluarkan cairan coklat	
G08	Batang bibit retak / muncul bercak hitam	
G09	Akar tanaman berubah warna putih pucat	Ya
G10	Daun berguguran sebelum waktunya	Ya
G11	Batang terasa lunak saat ditekan	Ya
G12	Daun mengering dan mudah rontok	
G13	Bibit tumbuh kerdil dan tidak berkembang	
G14	Ada serat jamur putih di sekitar akar	
G15	Bagian bawah batang mengalami pembusukan	
G16	Bibit mati perlahan dalam beberapa minggu	

Sebagai langkah awal, definisikan terlebih dahulu nilai *probabilitas* untuk setiap *evidence* bagi *hipotesis*, berdasarkan *data sampel* yang tersedia. Proses ini menggunakan *rumus probabilitas Bayes*:

1. P01 = Blast

$$\begin{aligned} G1 &= P(E|H1) = 0.8 \\ G2 &= P(E|H1) = 0.63 \\ G3 &= P(E|H1) = 0.73 \\ G4 &= P(E|H1) = 0.83 \\ G5 &= P(E|H1) = 0.77 \end{aligned}$$

2. P02 = Akar Putih

$$\begin{aligned} G2 &= P(E|H2) = 0.68 \\ G4 &= P(E|H2) = 0.79 \\ G9 &= P(E|H2) = 0.86 \end{aligned}$$

3. P03 = Layu Fusarium

$$\begin{aligned} G5 &= P(E|H3) = 0.72 \\ G10 &= P(E|H3) = 0.78 \end{aligned}$$

4. P04 = Ganoderma

$$\begin{aligned} G1 &= P(E|H3) = 0.71 \\ G11 &= P(E|H3) = 0.8 \end{aligned}$$

3.2 Menjumlahkan Nilai Probabilitas

Pada langkah kedua, lakukan penjumlahan nilai *probabilitas* dari setiap *evidence* untuk masing-masing *hipotesis*, berdasarkan *data sampel*. Perhitungan ini dilakukan menggunakan rumus 2.2

1. P01 = Blast

$$\begin{aligned} G1 &= P(E|H1) = 0.8 \\ G2 &= P(E|H1) = 0.63 \\ G3 &= P(E|H1) = 0.73 \\ G4 &= P(E|H1) = 0.83 \\ G5 &= P(E|H1) = 0.77 \end{aligned}$$

$$\sum_{Gn}^n P1 = 0.8 + 0.63 + 0.73 + 0.83 + 0.77 = 3.76$$

2. P02 = Akar Putih

$$\begin{aligned} G2 &= P(E|H2) = 0.68 \\ G4 &= P(E|H2) = 0.79 \\ G9 &= P(E|H2) = 0.86 \end{aligned}$$

$$\sum_{Gn}^n P2 = 0.68 + 0.79 + 0.86 = 2.18$$

3. P03 = Layu Fusarium

$$\begin{aligned} G5 &= P(E|H3) = 0.72 \\ G10 &= P(E|H3) = 0.78 \end{aligned}$$

$$\sum_{Gn}^n P3 = 0.72 + 0.78 = 1.5$$

4. P04 = Ganoderma

$$\begin{aligned} G1 &= P(E|H3) = 0.71 \\ G11 &= P(E|H3) = 0.8 \end{aligned}$$

$$\sum_{Gn}^n P4 = 0.71 + 0.8 = 1.51$$

3.3 Mencari Nilai Probabilitas Tanpa Memandang Evidence

Langkah ketiga adalah mencari nilai *probabilitas* untuk setiap *hipotesis (H)*, tanpa mempertimbangkan *evidence* apapun.

1. P01 = Blast

$$\begin{aligned} G1 &= P(E|H1) = \frac{0.8}{3.76} = 0.212765957 \\ G2 &= P(E|H1) = \frac{0.63}{3.76} = 0.167553191 \\ G3 &= P(E|H1) = \frac{0.73}{3.76} = 0.194148936 \\ G4 &= P(E|H1) = \frac{0.83}{3.76} = 0.220744681 \\ G5 &= P(E|H1) = \frac{0.77}{3.76} = 0.204787234 \end{aligned}$$

$$G4 = P(E|H2) = \frac{0.79}{2.18} = 0.362385321$$

$$G9 = P(E|H2) = \frac{0.86}{2.18} = 0.325688073$$

3. P03 = Layu Fusarium

$$G5 = P(E|H3) = \frac{0.72}{1.5} = 0.48$$

$$G10 = P(E|H3) = \frac{0.78}{1.5} = 0.52$$

4. P04 = Ganoderma

$$G1 = P(E|H4) = \frac{0.71}{1.51} = 0.470198675$$

$$G11 = P(E|H4) = \frac{0.8}{1.51} = 0.529801325$$

3.4 Mencari Nilai Hipotesis dengan Evidence

Untuk langkah keempat, setelah nilai $P(H_i)$ diperoleh yang merupakan *probabilitas hipotesis H* tanpa mempertimbangkan *evidence* :

1. P01 = Blast

$$\begin{aligned} \sum_{k=n}^n &= (0.8 * 0.212765957) + (0.63 * 0.167553191) + (0.73 * 0.194148936) + (0.83 * 0.220744681) \\ &+ (0.77 * 0.204787234) = 0.758404255 \end{aligned}$$

2. P02 = Akar Putih

$$\sum_{k=n}^n = (0.68 * 0.311926606) + (0.79 * 0.362385321) + (0.86 * 0.325688073) = 0.729633028$$

3. P03 = Layu Fusarium

$$\sum_{k=n}^n = (0.72 * 0.48) + (0.78 * 0.52) = 0.7512$$

4. P04 = Ganoderma

$$\sum_{k=n}^n = (0.71 * 0.470198675) + (0.8 * 0.529801325) = 0.757682119$$

3.5 Mencari Nilai P(H|E)

Langkah kelima adalah mencari nilai $P(H_i|E)$, yang merupakan *probabilitas* bahwa *hipotesis* H_i benar jika diberikan *evidence* E .

1. P01 = Blast

$$P(H_i|E) = \frac{0.8 * 0.212765957}{0.758404255} = 0.224435405$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.63 * 0.167553191}{0.758404255} = 0.139185019$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.73 * 0.194148936}{0.758404255} = 0.186877542$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.83 * 0.220744681}{0.758404255} = 0.241583672$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.77 * 0.204787234}{0.758404255} = 0.207918362$$

3. P03 = Layu Fusarium

$$P(H_i|E) = \frac{0.72 * 0.48}{0.7512} = 0.460063898$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.78 * 0.52}{0.7512} = 0.539936102$$

4. P04 = Ganoderma

$$P(H_i|E) = \frac{0.71 * 0.470198675}{0.757682119} = 0.440608338$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.8 * 0.529801325}{0.757682119} = 0.559391662$$

2. P02 = Akar Putih

$$P(H_i|E) = \frac{0.68 * 0.311926606}{0.729633028} = 0.290707909$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.79 * 0.362385321}{0.729633028} = 0.39236766$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.86 * 0.325688073}{0.729633028} = 0.316924431$$

Langkah keenam, setelah semua nilai $P(H_i|E)$ diketahui, maka jumlahkan seluruh *nilai Bayes* tersebut:

1. P01 = Blast

$$\sum_{k=n}^n Bayes = (0.8 * 0.224435405) + (0.63 * 0.139185019) + (0.73 * 0.186877542) + (0.83 * 0.241583672) + (0.77 * 0.207918362) = 0.764267078$$

2. P02 = Akar Putih

$$\sum_{k=n}^n Bayes = (0.68 * 0.290707909) + (0.79 * 0.39236766) + (0.86 * 0.316924431) = 0.732668176$$

3. P03 = Layu Fusarium

$$\sum_{k=n}^n Bayes = (0.72 * 0.460063898) + (0.78 * 0.539936102) = 0.752396166$$

4. P04 = Ganoderma

$$\sum_{k=n}^n Bayes = (0.71 * 0.440608338) + (0.8 * 0.559391662) = 0.76034525$$

3.6 Mencari Kesimpulan

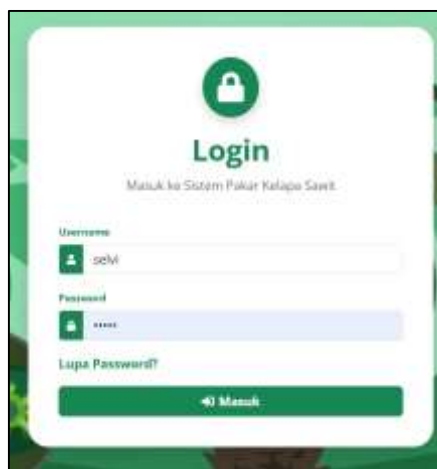
Dari hasil perhitungan yang menggunakan *metode Teorema Bayes* sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa penyakit yang teridentifikasi adalah Penyakit *Blast*. Penyakit ini menunjukkan nilai tertinggi, yaitu 0.764267078 atau 76.43%.

3.7 Hasil Tampilan Antarmuka

Rancangan antarmuka pada aplikasi sistem pakar ini difokuskan pada kemudahan bagi pengguna. Tujuan utamanya adalah menyediakan wadah (platform) yang memungkinkan pengguna untuk dengan mudah memasukkan data yang diperlukan dan melihat hasil yang disajikan oleh aplikasi. Dengan memprioritaskan kenyamanan dan kemudahan, antarmuka ini dibuat agar jelas, mudah dipahami, dan dapat digunakan tanpa kendala, sehingga pengguna bisa mengaksesnya dengan lancar dan efektif. Berikut adalah tampilan antar muka dari aplikasi yang dibangun

1. Form Login

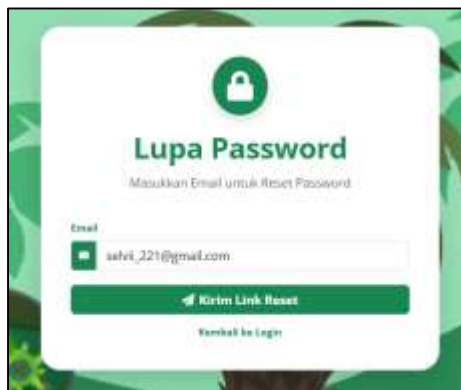
Adapun tampilan dari form login pada sistem untuk mendiagnosa penyakit pada bibit kelapa sawit yaitu sebagai berikut:



Gambar 2 Form Login

2. Tampilan Halaman Lupa Kata Sandi

Berikut ini gambaran rancangan dari halaman lupa kata sandi yang berfungsi untuk mengatur ulang kata sandi pengguna pada sistem.



Gambar 3 Form Lupa Kata Sandi

3. Tampilan Halaman Admin

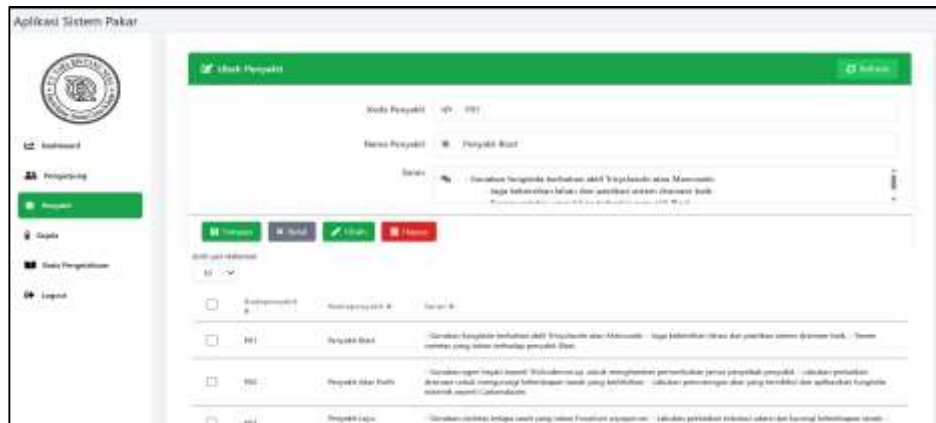
Perancangan menu admin bertujuan untuk menentukan tampilan desain halaman *web* yang akan digunakan oleh admin. Menu ini berfungsi sebagai sarana navigasi bagi admin untuk mengakses halaman data penyakit, halaman *basis pengetahuan*, dan halaman data gejala.



Gambar 4 Halaman Admin

4. Tampilan *Form* Kelola Jenis Penyakit

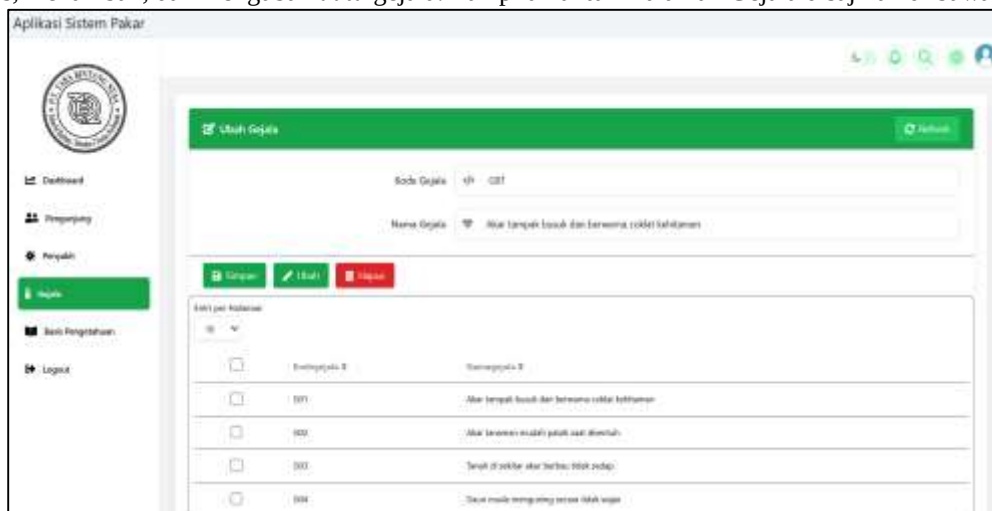
Halaman Penyakit berfungsi untuk mengelola data penyakit; pengguna dapat melihat daftar penyakit dalam *database*, menghapus, menambah, dan mengubah data penyakit. Tampilan untuk Halaman Penyakit disajikan di bawah ini:



Gambar 5 *Form* Kelola Penyakit

5. Tampilan Halaman Kelola Jenis Gejala

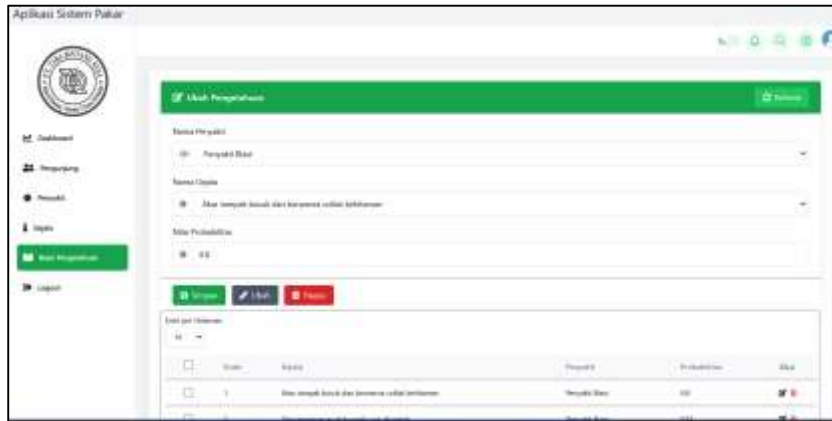
Halaman Gejala berfungsi untuk mengelola *data* gejala; pengguna dapat melihat *data* gejala dalam *database*, menghapus, menambah, dan mengubah *data* gejala. Tampilan untuk Halaman Gejala disajikan di bawah ini:



Gambar 6 Halaman Jenis Gejala

6. Tampilan Halaman Kelola Basis Pengetahuan

Melalui halaman ini, pengguna dapat melihat *data Basis Pengetahuan* yang tersimpan dalam *database*, serta melakukan operasi penambahan, penghapusan, dan perubahan *Basis Pengetahuan*. Tampilan untuk Halaman *Basis Pengetahuan* disajikan di bawah ini:



Gambar 7 Kelola Basis Pengetahuan

7. Form Halaman Utama

Adapun tampilan dari *form* halaman utama pada Pengunjung untuk mendiagnosa penyakit pada bibit kepala sawit adalah sebagai berikut:



Gambar 8 Form Menu Utama

8. Tampilan Halaman Isi Data Pengunjung

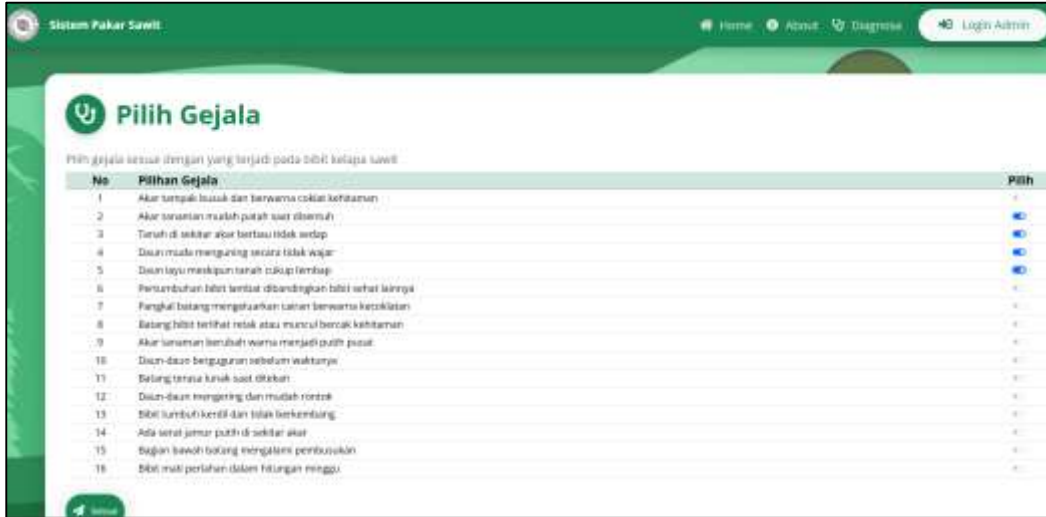
Halaman Pengunjung adalah *form* yang digunakan oleh Pengunjung, sebelum pengunjung melakukan diagnosa, mereka wajib mengisi *form* ini.



Gambar 9 Halaman Data Pengunjung

9. Tampilan Halaman Diagnosa

Halaman Diagnosis diperuntukkan bagi Pengunjung. Pada halaman Diagnosis, Pengunjung atau pengunjung *web* diminta untuk memilih gejala-gejala yang sesuai dengan kondisi yang mereka alami. Tampilan untuk Halaman Diagnosis disajikan di bawah ini:



Pilih Gejala

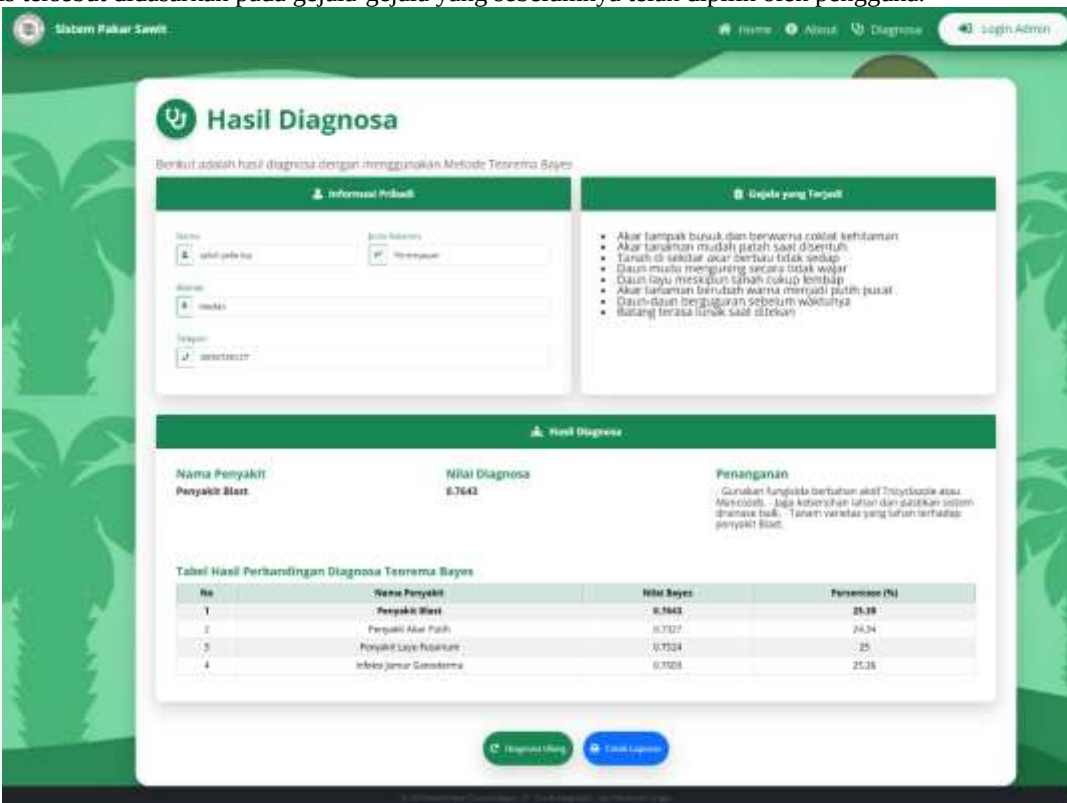
Pilih gejala sesuai dengan yang terjadi pada bibit kelapa sawit

No	Pilihan Gejala	Pilih
1	Akar tampak busuk dan berwarna coklat kehitaman	☐
2	Akar tanaman mudah patah saat diganggu	☐
3	Tanah di sekitar akar terlihat tidak subur	☐
4	Daun muda menguning secara tidak wajar	☐
5	Daun layu meskipun tanah cukup lembap	☐
6	Pembusukan bibit terlihat dibandingkan bibit sehat lainnya	☐
7	Pangkal batang mengeringkan tanam berwarna kecoklatan	☐
8	Batang bibit terlihat retak atau muncul bercak kehitaman	☐
9	Akar tanaman berubah warna menjadi putih pucat	☐
10	Daun-daun berguguran sebelum waktunya	☐
11	Batang terasa lunak saat ditekan	☐
12	Daun-daun mengering dan mudah rontok	☐
13	Bibit tumbuh kecil dan tidak berkembang	☐
14	Ada serot jamur putih di sekitar akar	☐
15	Bagian bawah batang mengalami pembusukan	☐
16	Bibit mati perlahan dalam hitungan minggu	☐

Gambar 10 Halaman Diagnosa

10. Tampilan Halaman Hasil Diagnosa

Halaman Hasil Diagnosis ini merupakan sebuah formulir yang berfungsi untuk menampilkan hasil diagnosis. Hasil diagnosis tersebut didasarkan pada gejala-gejala yang sebelumnya telah dipilih oleh pengguna.



Hasil Diagnosa

Berikut adalah hasil diagnosis dengan menggunakan Metode Teorema Bayes

Informasi Pasien

Nama:

Alamat:

Tanggal:

Gejala yang Terjadi

- Akar tampak busuk dan berwarna coklat kehitaman
- Akar tanaman mudah patah saat diganggu
- Tanah di sekitar akar terlihat tidak subur
- Daun muda menguning secara tidak wajar
- Daun layu meskipun tanah cukup lembap
- Akar tanaman berubah warna menjadi putih pucat
- Daun-daun berguguran sebelum waktunya
- Batang terasa lunak saat ditekan

Hasil Diagnosis

Nama Penyakit: **Penyakit Blast**

Nilai Diagnosis: **0.7643**

Penanganan: Gunakan fungisida berbahan aktif Tricyclazole atau Mancozeb. Jaga kebersihan lahan dan pastikan sistem drainase baik. Tanam varietas yang tahan terhadap penyakit Blast.

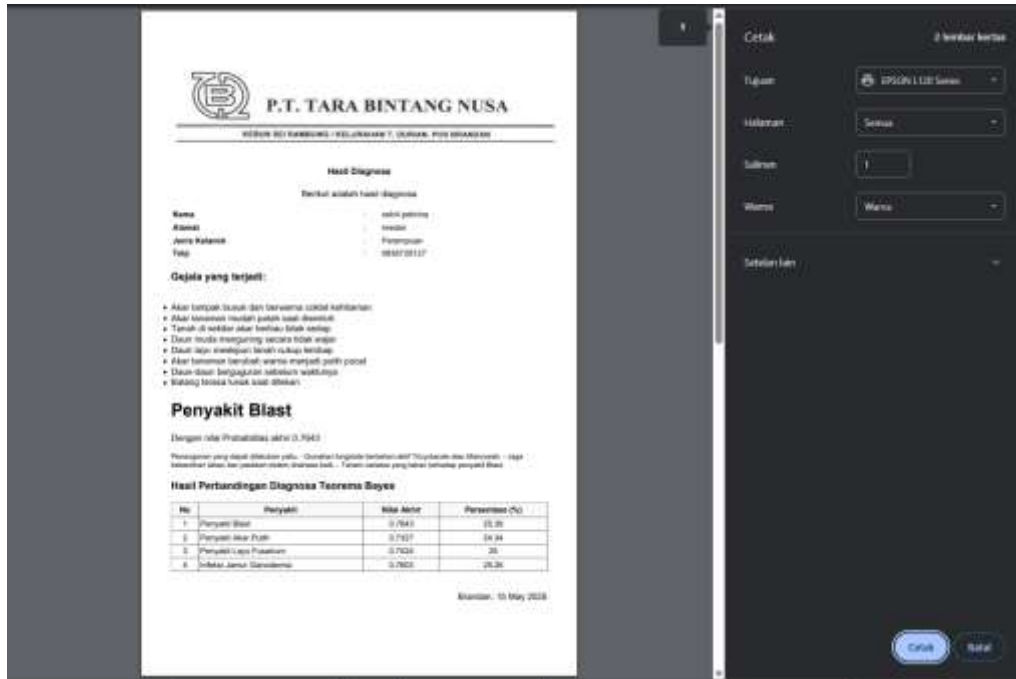
Tabel Hasil Perbandingan Diagnosis Teorema Bayes

No	Nama Penyakit	Nilai Bayes	Persentase (%)
1	Penyakit Blast	0.7643	25.38
2	Penyakit Akar Putih	0.7327	24.24
3	Penyakit Layu Padihulu	0.7324	25
4	Infeksi Jamur Ganoderma	0.7323	25.38

Gambar 11. Halaman Hasil Diagnosa

11. Rancangan Halaman Laporan

Halaman Laporan digunakan untuk melihat hasil dari diagnosa. Berikut ini adalah Tampilan untuk halaman laporan:



P.T. TARA BINTANG NUSA
KEDIRI, Jember, Kamburung - KEDIRI, Jember, Kamburung

Hasil Diagnosis
Berikut adalah hasil diagnosis:

Nama: [Nama Pasien]
Alamat: [Alamat Pasien]
Jenis Kelamin: [Jenis Kelamin Pasien]
Tgl: [Tanggal Pasien]

Gejala yang terjadi:

- Akar tampak busuk dan berwarna coklat kehitaman
- Akar busuk menjadi putih saat dicuci
- Tanah di sekitar akar busuk hitam
- Dapat hidup menguning secara tidak wajar
- Dapat juga mengalami busuk hingga berjamur
- Akar busuk berjamur warna menjadi putih padat
- Dapat busuk berjamur sebelum waktunya
- Busuk busuk busuk saat dicuci

Penyakit Blast
Dengan nilai Probabilitas akhir 0.7643

Penyakit yang dapat disebabkan oleh: Gejala-gejala tersebut akan diidentifikasi dan dianalisis oleh sistem pakar yang telah dibangun sebelumnya. Hasilnya akan ditampilkan dengan baik. Untuk melihat yang lebih banyak penyakit Blast

Hasil Pertimbangan Diagnosis Teorema Bayes

No	Penyakit	Nilai Akhir	Persentase (%)
1	Penyakit Blast	0.7643	76.43
2	Penyakit Akar Putih	0.7107	71.07
3	Penyakit Layu Patahan	0.7025	70.25
4	Penyakit Akar Gerdemp	0.7025	70.25

Kamburung, 10 May 2026

Gambar 12. Halaman Laporan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis penyakit pada bibit kelapa sawit menggunakan metode Teorema Bayes, dapat ditarik beberapa kesimpulan yang lebih mendalam. Pertama, sistem pakar yang dibangun dengan menggunakan Teorema Bayes terbukti mampu mendeteksi penyakit pada bibit kelapa sawit secara cepat dan akurat. Dengan memanfaatkan data gejala yang diberikan oleh petani, sistem dapat menganalisis dan menghasilkan diagnosis dalam waktu singkat, sehingga memudahkan petani untuk segera mengambil langkah-langkah pencegahan atau penanganan terhadap bibit yang terinfeksi. Kedua, metode Teorema Bayes terbukti sangat efektif dalam mendiagnosis penyakit pada bibit kelapa sawit. Pendekatan probabilistik yang digunakan dalam sistem memungkinkan untuk menghitung kemungkinan besar terjadinya penyakit berdasarkan gejala-gejala yang terdeteksi, sehingga memberikan hasil diagnosis yang lebih tepat dan relevan, serta dapat mengurangi potensi kesalahan dalam proses identifikasi penyakit. Ketiga, pengujian terhadap aplikasi sistem pakar ini menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dan memberikan hasil diagnosis yang akurat. Dalam pengujian yang dilakukan, sistem dapat mendeteksi penyakit dengan tingkat akurasi yang tinggi, seperti yang terlihat pada uji coba yang dilakukan menggunakan beberapa gejala terkait masalah pada bibit kelapa sawit. Sebagai contoh, sistem berhasil mendiagnosis Penyakit Blast dengan nilai Bayes sebesar 0.764267078 atau 76,43%, yang mengindikasikan tingkat kepastian diagnosis yang sangat tinggi atau “Pasti”. Dengan demikian, sistem pakar ini dapat diandalkan sebagai alat bantu yang efektif dan efisien bagi petani dalam merawat bibit kelapa sawit dan mengatasi masalah penyakit yang dapat mengancam hasil panen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi yang sangat berarti dalam terlaksananya penelitian ini. Pertama, kami sampaikan terima kasih kepada Bapak Dr. Zulfian Azmi, S.T., M.Kom, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan ilmiah yang luar biasa selama proses penelitian ini. Pengetahuan dan pengalaman yang beliau bagikan sangat membantu dalam mengembangkan konsep serta metodologi yang digunakan dalam penelitian ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Abdullah Muhazir, S.T., M.Kom, atas dukungan teknis dan pemikiran kritis yang sangat berharga dalam menyempurnakan sistem yang dibangun. Selain itu, kami mengapresiasi bantuan dan dukungan dari berbagai pihak yang turut serta memberikan masukan, baik berupa ide maupun sumber daya yang mendukung kelancaran penelitian ini. Semoga segala bantuan yang diberikan mendapatkan balasan yang setimpal dan bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Gunawan, “Produksi Turun Berimbas Stok Sawit Menipis di Juni 2024,” sawitindonesia.com, 28 Agustus 2024. [Online]. Available: <https://sawitindonesia.com/produksi-turun-berimbas-stok-sawit-menipis-di-juni-2024/>. [Diakses 7 Desember 2024].
- [2] Etin Octaviani¹, La Ode Bakrim, Suliman, Aris Susanto, “Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Tanaman Kelapa Sawit Pada PT. Tani Prima Makmur,” *Jurnal Sistem Informasi dan Sistem Komputer*, vol. 7, no. 2, pp. 74-81, 2022.
- [3] P. S. R. S. Y. Destiansyah Putra Tarigan, “Penerapan Teorema Bayes Untuk Mendeteksi Kerusakan Mesin Sepeda Motor,” *JURNAL SISTEM INFORMASI TGD*, vol. 1, no. 2, pp. 73-79, 10 5 2022.
- [4] Feny Andriani, Helen Sastypratiwi, Tursina, “Implementasi Basis Pengetahuan Menggunakan Metode Teorema Bayes (Studi Kasus: Diagnosis Gangguan Perilaku Pada Anak),” *JIP (Jurnal Informatika Polinema)*, vol. 10, no. 3, pp. 375-382, 2024.
- [5] Muhammad Aulia Rizky, Mhd. Zulfansyuri Siambaton, Oris Kianto Sulaiman, “E-Diagnosis Penyakit Gigi Menggunakan Metode Teorema Bayes,” *Jurnal Minfo Polgan*, vol. 10, no. 1, pp. 19-32, 2021.
- [6] Nurul Kholifah, Untoro Apsiswanto, “Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Padi Dengan Metode Teorema Bayes,” *JTKSI*, vol. 6, no. 2, pp. 166-170, 2023.
- [7] Ahmad Zaki, Sarjon Defit, Sumijan, Rahmi Fauzana, “Sistem Pakar Menggunakan Metode Forward Chaining Untuk Mendeteksi,” *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 9, no. 3, pp. 227-236, 2023.
- [8] Putri Andriyani, Zulfian Azmi, Firahmi Rizky, Ahmad Calam, “Implementasi Certainty Factor Untuk Diagnosa Penyakit Psoriasis,” *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer)*, vol. 3, no. 5, 2021.
- [9] Muafi, Andi Wijaya, Vijai Abdul Aziz, “Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Mata Pada Manusia Menggunakan Metode Forward Chaining,” *Core-IT: Jurnal Komputasi dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 43-49, 2020.
- [10] S. Matondang, “Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Umum Menggunakan Metode Forward Chaining,” *Remik: Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, vol. 7, no. 3, pp. 17-22, 2023.
- [11] B. A. R. G. R. K. Mukhlis Ramadhan, “Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Pada Tanaman Kopi Menggunakan Metode Teorema Bayes,” *Journal of Science and Social Research*, vol. 4, no. 2, p. 115 –121, 2021.
- [12] Y. Y. Rama Destaria¹, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Dispepsia Menggunakan Metode Depth First Search,” *Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat 2022*, vol. 1, no. 1, pp. 170-183, 2022.