

Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Pada Tanaman Jeruk Nipis Dengan Kombinasi Metode Teorema Bayes Dan Certainty Factor

Firdaus Barus¹, Azlan², Sobirin³

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

Email: ¹firdausbarus894@gmail.com, ²Azlansaja19@gmail.com, ³sobirin.tgd@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: ¹firdausbarus894@gmail.com

Article History:

Received Jun 15th, 2026

Revised Jun 30th, 2026

Accepted Jul 30th, 2026

Abstrak

Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*), tanaman asli Asia Tenggara, dikenal luas sebagai bahan pelezat makanan. Namun, tantangan dalam mendiagnosis penyakit pada jeruk nipis sering terjadi karena gejala penyakit yang mirip satu sama lain dan keterbatasan pengetahuan petani. Kesalahan diagnosis dapat memperparah kondisi tanaman dan mengakibatkan kerugian ekonomi signifikan. Oleh karena itu, pengembangan metode yang dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam diagnosis penyakit sangat diperlukan. Penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman jeruk nipis dengan menggunakan kombinasi metode Teorema Bayes dan Certainty Factor. Teorema Bayes digunakan untuk menghitung probabilitas penyakit berdasarkan gejala yang diamati, sementara Certainty Factor menangani ketidakpastian dan memperhitungkan tingkat keyakinan ahli dalam diagnosis. Kombinasi metode ini diharapkan dapat memberikan hasil diagnosis yang lebih akurat dan membantu petani dalam menangani penyakit secara efektif. Pengembangan sistem pakar ini berpotensi memberikan solusi komprehensif dalam mendiagnosis penyakit pada jeruk nipis. Dengan mengintegrasikan metode Teorema Bayes dan Certainty Factor, sistem ini mampu meningkatkan akurasi diagnosis dan memberikan rekomendasi yang lebih tepat bagi petani. Penelitian ini juga menyumbang pada basis data penyakit tanaman dan metode diagnosis, sehingga dapat mendukung peningkatan produktivitas pertanian di Indonesia. Berdasarkan evaluasi sistem, aplikasi ini diharapkan menjadi alat bantu yang efektif dalam mengidentifikasi dan menangani penyakit pada tanaman jeruk nipis.

Kata Kunci: Jeruk Nipis, Sistem Pakar, Metode Teorema Bayes, Metode Certainty Factor.

Abstract

Lime (Citrus aurantifolia), a plant native to Southeast Asia, is widely recognized as a food flavoring ingredient. However, diagnosing diseases in lime plants often presents challenges due to similar symptoms and the limited knowledge of farmers. Misdiagnosis can exacerbate the condition of the plants and lead to significant economic losses. Therefore, the development of methods that can enhance the accuracy and efficiency of disease diagnosis is essential. This research proposes the development of an expert system for diagnosing diseases in lime plants using a combination of Bayes' Theorem and Certainty Factor methods. Bayes' Theorem is used to calculate the probability of diseases based on observed symptoms, while Certainty Factor handles uncertainty and considers the level of expert confidence in the diagnosis. This combination of methods is expected to provide more accurate diagnostic results and assist farmers in effectively managing diseases. The development of this expert system has the potential to offer a comprehensive solution for diagnosing diseases in lime plants. By integrating Bayes' Theorem and Certainty Factor methods, the system aims to improve diagnostic accuracy and provide more precise recommendations for farmers. This research also contributes to the database of plant diseases and diagnostic methods, thereby supporting the enhancement of agricultural productivity in Indonesia. Based on system evaluation, this application is expected to be an effective tool in identifying and managing diseases in lime plants.

Keywords: Lime, Expert System, Bayes' Theorem Method, Certainty Factor Method

1. PENDAHULUAN

Jeruk nipis merupakan tanaman yang berasal dari Indonesia, Menurut sejarah, sentra utama asal jeruk nipis adalah Asia Tenggara. Jeruk nipis atau yang dalam bahasa latin *Citrus aurantifolia* telah dikenal sejak lama sebagai tanaman yang kaya manfaat. Umumnya jeruk nipis digunakan sebagai bahan pelezat makanan terutama makanan berkuah seperti soto, sop, mie ataupun dengan sambel karena dapat menambah cita rasa seperti asam dan rasa segar [1].

Diagnosa penyakit pada tanaman jeruk nipis sering kali menghadapi tantangan karena gejala yang muncul seringkali mirip antara satu penyakit dengan penyakit lainnya. Keterbatasan pengetahuan dan pengalaman petani dalam mengenali gejala-gejala penyakit juga dapat menjadi hambatan dalam mendiagnosis secara akurat. Oleh karena itu, pengembangan sistem pakar yang dapat membantu dalam mendiagnosis penyakit pada tanaman jeruk nipis menjadi penting untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam penanganan penyakit tanaman. Dalam menghadapi tantangan ini, teknologi informasi dan komunikasi menawarkan solusi melalui pengembangan sistem pakar (expert system). Sistem pakar merupakan program komputer yang meniru kemampuan seorang pakar dalam menyelesaikan masalah spesifik, dalam hal ini, mendiagnosis penyakit pada tanaman jeruk nipis. Sesuai dengan konsultasi penulis dengan petani yang bernama Ekin Suramana Barus yang memiliki lokasi lahan pertanian jeruk nipis seluas 2 rante, yang terletak di desa Barus Julu Kecamatan Barus Jahe, Kabupaten Karo, Sumatra Utara, sehubungan dengan hal tersebut penulis membangun sistem. Selanjutnya sistem ini akan memecahkan suatu permasalahan sesuai dengan keakarannya. Sistem pakar adalah salah satu cabang kecerdasan buatan atau artificial intelligence (AI) yang mempelajari cara mengadopsi pikiran dan nalar seorang pakar untuk menyelesaikan suatu permasalahan dan membuat suatu keputusan hingga pengambilan kesimpulan dari sejumlah fakta yang ada. Dasar dari sistem pakar yaitu bagaimana memindahkan pengetahuan yang dimiliki seorang pakar ke dalam komputer dan bagaimana menjadikan pengetahuan tersebut sebagai kesimpulan atau keputusan [2].

Dalam konteks ini, penggunaan kombinasi metode Teorema Bayes dan Certainty Factor dalam pengembangan sistem pakar menjadi pilihan yang menarik. Teorema Bayes dapat digunakan untuk menghitung probabilitas munculnya suatu penyakit berdasarkan gejala yang diamati, sementara Certainty Factor dapat digunakan untuk menangani ketidakpastian dalam diagnosis serta memperhitungkan tingkat keyakinan ahli dalam keputusan diagnosa. Kombinasi kedua metode ini diharapkan dapat memberikan hasil diagnosa yang lebih akurat dan dapat dipercaya, sehingga membantu petani dan ahli pertanian dalam mengatasi tantangan dalam mendiagnosis penyakit pada tanaman jeruk nipis. Certainty Factor menggunakan suatu nilai untuk mengasumsikan derajat keyakinan seorang pakar terhadap suatu data. Metode yang digunakan dalam membangun sistem pakar ini adalah metode Teorema Bayes. Karakteristik metode Teorema Bayes ini adalah merepresentasikan nilai kemungkinan dari setiap evidence yang ada. Teorema Bayes adalah suatu metode yang mampu memecahkan ketidakpastian. "Teorema Bayes adalah suatu sistem yang mampu memecahkan ketidakpastian dengan menggunakan formula bayes".

Penggunaan kedua metode ini dalam sistem pakar diharapkan mampu memberikan solusi yang lebih komprehensif dan akurat dalam mendiagnosis penyakit pada tanaman jeruk nipis. Dengan demikian, petani dapat mengambil tindakan yang tepat dan cepat dalam penanganan penyakit, sehingga produksi dan kualitas jeruk nipis dapat tetap terjaga dan bahkan meningkat. Sistem ini dikembangkan karena penyakit pada tanaman jeruk nipis sering kali sulit didiagnosis secara cepat dan akurat oleh para petani, terutama yang memiliki keterbatasan pengetahuan tentang patologi tanaman. Kesalahan dalam mendiagnosis penyakit dapat mengakibatkan penanganan yang tidak tepat, yang pada akhirnya dapat memperparah kondisi tanaman dan mengakibatkan kerugian ekonomi yang signifikan [3]. Pengembangan sistem pakar ini tidak hanya bermanfaat bagi para petani, tetapi juga dapat menjadi alat bantu bagi peneliti dan praktisi di bidang pertanian untuk memperkaya basis data penyakit tanaman dan metode diagnosis. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem pakar yang menggunakan kombinasi metode Teorema Bayes dan Certainty Factor untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman jeruk nipis, sehingga dapat memberikan kontribusi nyata bagi peningkatan produktivitas pertanian di Indonesia.

Dalam penelitian ini, tentu ada beberapa yang menjadi landasan untuk melakukan kombinasi metode Teorema Bayes dan Certainty Factor, yaitu bersumber dari beberapa penelitian terdahulu. Pada jurnal dengan judul "Aplikasi Diagnosa Penyakit Hepatitis dengan Menggunakan Metode Teorema Bayes dan Certainty Factor", peneliti berhasil dalam melakukan kombinasi metode dengan pengujian akurasi dari 90 data training dan 20 data testing menghasilkan nilai akurasi sebesar 85% [4]. Kemudian penelitian dengan judul "Perbandingan Metode Bayes Dan Certainty Factor Pada Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Varisela Pada Anak-Anak", dimana dari penelitian tersebut diperoleh aplikasi yang mampu memberikan kemudahan kepada para masyarakat dalam mengetahui penyakit Varisela [5].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Metodologi penelitian merupakan pendekatan atau cara yang digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan Metode penelitian merujuk pada serangkaian langkah ilmiah yang dilakukan untuk mengumpulkan data dengan tujuan tertentu. Proses ini meliputi tahapan yang dirancang untuk mendapatkan informasi yang diperlukan guna menjawab pertanyaan penelitian atau memecahkan suatu masalah. Penelitian ini melibatkan pelaksanaan studi lapangan yang

langsung, di mana peneliti secara aktif terlibat dalam mengumpulkan data dari situasi atau lingkungan yang relevan dengan objek penelitian. Melalui langkah-langkah ini, penelitian dapat menghasilkan informasi yang akurat dan relevan.

Dalam melakukan penelitian, penting bagi peneliti untuk mengikuti prinsip-prinsip etika penelitian. Hal ini tidak hanya untuk melindungi subjek penelitian, tetapi juga untuk memastikan bahwa metode yang digunakan sesuai dengan norma-norma ilmiah yang berlaku. Dengan mematuhi aturan dan prinsip etika ini, hasil penelitian dapat dianggap sebagai kontribusi ilmiah yang valid dalam memahami kasus penyakit pada tanaman jeruk nipis.

Ada beberapa teknik dalam penyampaian data yang dapat digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Pengamatan (*Observasi*)

Observasi adalah aktivitas yang dilakukan pada suatu proses atau objek dengan memiliki tujuan untuk merasakan dan kemudian memahami pengetahuan yang ada dari sebuah fenomena berdasarkan pengetahuan dan gagasan-gagasan yang sudah diketahui sebelumnya. Dalam teknik ini dilakukan upaya untuk mengetahui penyakit pada tanaman jeruk nipis yang secara langsung ke tempat studi kasus di Dinas Pertanian Kabupaten Karo. Berikut adalah proses observasi di lahan pertanian milik Bapak Ekin Suramana Barus.

2. Wawancara (*Interview*)

Wawancara adalah suatu bentuk percakapan yang terjadi antara dua orang atau lebih, secara langsung, di mana narasumber berinteraksi dengan pewawancara. Tujuan utama dari wawancara ini adalah untuk mengumpulkan informasi atau data yang diperlukan dalam rangka mencapai tujuan penelitian tertentu. Teknik wawancara ini dilakukan melalui pertanyaan dan jawaban langsung, seperti yang terjadi dalam interaksi tanya jawab secara langsung dengan Narasumber. Berikut ini adalah foto kegiatan wawancara di Dinas Pertanian.

Dari hasil pengumpulan data tersebut, maka diperoleh rangkuman hasil data yang akan diolah kedalam sistem pakar dengan kombinasi metode *Teorema Bayes* dan *Certainty Factor*.

Tabel 1 Data Penyakit pada tanaman jeruk nipis

No.	Kode	Penyakit	Keterangan	Solusi
1.	P01`	Citrus Greening (Huanglongbing/HLB B)	HLB adalah penyakit serius yang mempengaruhi tanaman jeruk, termasuk jeruk nipis. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri <i>Candidatus Liberibacter</i> yang ditularkan oleh serangga penghisap daun seperti wereng	Gunakan insektisida yang efektif untuk mengendalikan wereng penghisap daun. Penggunaan perangkat juga bisa membantu mengurangi populasi wereng. Buang bagian tanaman yang terinfeksi untuk mengurangi penyebaran penyakit
2.	P02	Phytophthora Root Rot	Penyakit yang disebabkan oleh jamur patogen <i>Phytophthora</i> spp. Yang menyerang sistem akar tanaman jeruk, termasuk jeruk nipis. Penyakit ini sering terjadi di tanah dengan drainase buruk dan kelembapan tinggi	Pastikan sistem drainase tanah baik agar tidak ada genangan air, karena kelembapan yang berlebihan mendukung perkembangan patogen.
3.	P03	Canker Jeruk	penyakit tanaman jeruk yang disebabkan oleh bakteri <i>Xanthomonas citri</i> . Penyakit ini mempengaruhi berbagai bagian tanaman jeruk, termasuk jeruk nipis, dan dapat menurunkan kualitas serta hasil panen	Gunakan produk yang dirancang khusus untuk mengendalikan infeksi bakteri pada tanaman jeruk. Pilih bakteri dan fungisida yang sesuai dengan rekomendasi.

Tabel 2 Data Penanganan Penyakit pada tanaman jeruk nipis

No.	Kode	Penyakit	Penanganan
1.	P01	Citrus Greening (Huanglongbing/HLB)	Gunakan insektisida yang efektif untuk mengendalikan wereng penghisap daun. Penggunaan perangkat juga bisa membantu mengurangi populasi wereng. Buang bagian tanaman yang terinfeksi untuk mengurangi penyebaran penyakit
2.	P02	Phytophthora Root Rot	Pastikan sistem drainase tanah baik agar tidak ada genangan air, karena kelembapan yang berlebihan mendukung perkembangan patogen.

3.	P03	Canker Jeruk	Gunakan produk yang dirancang khusus untuk mengendalikan infeksi bakteri pada tanaman jeruk. Pilih bakteri dan fungisida yang sesuai dengan rekomendasi.
----	-----	--------------	--

2.2 Sistem Pakar

Sistem Pakar adalah aplikasi berbasis komputer yang banyak dipergunakan dalam penyelesaian permasalahan yang berkaitan dengan pemikiran ataupun keahlian seorang pakar. Sistem ini mencoba membantu dalam memecahkan masalah yang tidak dapat diselesaikan orang awam dan hanya bisa diselesaikan oleh seorang pakar dibidangnya. Sistem pakar dikatakan berhasil jika sistem ini mampu menghasilkan sebuah keputusan yang sama seperti yang dilakukan oleh pakar aslinya baik pada saat proses pengambilan keputusannya begitu juga dengan hasil keputusannya.

Sistem adalah sekumpulan elemen yang saling berhubungan antara elemen yang satu dengan yang lainnya, dan jika satu elemen mengalami hambatan maka elemen yang lain juga mengalami hambatan. sistem yaitu seperangkat komponen yang saling berhubungan dan berfungsi untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan dan mendistribusikan informasi guna mendukung pembuatan keputusan dan berfungsi sebagai pengawas dalam organisasi. Antara sistem yang satu dengan sistem yang lainnya saling berhubungan dan saling tergantung agar tujuan utama dalam organisasi atau lembaga dapat tercapai [6].

Sistem adalah suatu kesatuan dari berbagai komponen atau elemen yang saling berinteraksi dan bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu. Setiap sistem memiliki struktur yang terorganisir dan pola hubungan antar komponennya yang memungkinkan mereka berfungsi sebagai satu kesatuan. Komponen-komponen dalam sebuah sistem bisa berupa manusia, mesin, alat, metode, dan informasi, yang semuanya bekerja bersama dalam suatu proses yang saling berhubungan. Sistem dapat ditemukan di berbagai bidang seperti teknologi, biologi, ekonomi, dan sosial, masing-masing dengan karakteristik dan tujuan spesifik yang berbeda.

Contohnya, dalam konteks teknologi informasi, sistem komputer terdiri dari perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), pengguna (user), dan prosedur (procedures) yang bekerja bersama untuk mengolah dan menyimpan data. Komponen-komponen ini berinteraksi melalui jaringan dan protokol komunikasi untuk memastikan kelancaran operasi dan pencapaian tujuan sistem, seperti penyimpanan data yang aman dan pengolahan informasi yang efisien. Dengan demikian, pemahaman tentang sistem dan cara komponennya berinteraksi sangat penting untuk mengelola dan mengoptimalkan kinerja dalam berbagai bidang aplikasi [7].

Mesin Inferensi adalah sebuah otak dari aplikasi sistem pakar, dimana dalam mesin inferensi inilah kemampuan pakar ini disisipkan. Hal-hal yang dikerjakan oleh mesin inferensi, didasarkan pada pengetahuan-pengetahuan yang ada dalam basis pengetahuan yang telah diambil dari seorang pakar [8].

Sistem pakar hadir menjadi pembantu atau asisten yang akan menuntun seseorang menyelesaikan permasalahan dengan dukungan data kepakaran yang disimpan dalam komputer. Dengan bantuan kepakaran, informasi dirangkum dalam database sebagai sumber penanganan diagnosis kerusakan sampai solusi yang akan dilakukan sebagai langkah penyelesaian permasalahan [9]. Knowledge Based System adalah suatu sistem yang menggunakan pengetahuan (knowledge) yang diubah kedalam bahasa mesin atau dikodekan untuk dapat melakukan suatu tugas dan menyimpulkannya. Knowledge Based System atau Sistem Berbasis Pengetahuan digunakan agar dapat membantu manusia dalam menyelesaikan suatu masalah yang sedang dihadapinya dengan berdasarkan pada pengetahuan yang telah diprogramkan kedalam sistem. Oleh karena itu digunakan Knowledge Based System dalam memecahkan suatu masalah yang berhubungan dengan Expert System [10].

Pengetahuan adalah informasi atau maklumat yang diketahui atau disadari oleh seseorang. Pengetahuan yang tetapi tidak dibatasi pada deskripsinya disebut hipotesis, konsep, teori, prinsip.

Pengetahuan merupakan suatu saringan atau inti sari dari informasi. Pengetahuan diklasifikasikan menjadi:

1. Pengetahuan prosedural (*procedural knowledge*), yaitu pengetahuan yang memberikan bagaimana cara dalam melakukan sesuatu.
2. Pengetahuan deklaratif (*declarative knowledge*), yaitu pengetahuan yang menjawab pertanyaan dengan jawaban yang bernilai salah atau benar.
3. Pengetahuan tacit (*tacit knowledge*), yaitu pengetahuan yang tidak bisa dijelaskan dengan bahasa.

Terdapat berbagai kelebihan dan kekurangan dari sistem pakar. Kelebihan dari sistem pakar adalah [11]:

1. ketersediaan (*increased availability*). Kepakaran atau keahlian menjadi tersedia dalam sistem komputer. Dapat dikatakan bahwa sistem pakar merupakan produksi kepakaran secara masal (massproduction).
2. Mengurangi biaya (*reduced cost*). Biaya yang diperlukan untuk menyediakan keahlian per satu orang user menjadi berkurang.
3. Mengurangi Bahaya (*reduced danger*). Sistem pakar dapat digunakan di lingkungan yang mungkin berbahaya bagi manusia.

4. Permanen (*permanence*). Sistem pakar dan pengetahuan yang terdapat di dalamnya bersifat lebih permanen dibandingkan manusia yang dapat merasa lelah, bosan, dan pengetahuannya hilang saat sang pakar meninggal dunia.
5. Keahlian Multipel (*multiple expertise*). Pengetahuan dari beberapa pakar dapat dimuat ke dalam sistem dan bekerja secara simultan dan kontinyu menyelesaikan suatu masalah setiap saat. Tingkat keahlian atau pengetahuan yang digabungkan dari beberapa pakar dapat melebihi pengetahuan satu orang pakar .

Adapun kekurangan dari sistem pakar adalah [11]:

1. Biaya yang diperlukan untuk membuat dan memeliharanya sangat mahal.
2. Sulit dikembangkan. Hal ini tentu saja erat kaitannya dengan ketersediaan pakar di bidangnya.
3. Sistem Pakar tidak 100% bernilai benar.

2.3 Jeruk Nipis

Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) merupakan salah satu jenis buah-buahan yang tumbuh subur di Indonesia karena pohonnya dapat tumbuh di hampir semua tipe tanah dan dapat berbuah secara terus menerus sepanjang tahun. Buah jeruk nipis dikenal dengan kandungan vitamin C yang tinggi. Selain mengandung vitamin C, jeruk nipis mengandung senyawa kimia yang berguna bagi tubuh yaitu asam sitrat, asam sitrun, asam amino (*lisin, triptofan*), vitamin B1, kalsium, besi, fosfor, berelang, glikosida, damar, minyak atsiri [12].

Masyarakat Indonesia biasanya memanfaatkan jeruk nipis sebagai obat-obatan, bumbu masakan, dan minuman. Minuman olahan jeruk nipis merupakan minuman yang terbuat dari sari buah jeruk nipis. Minuman sari buah merupakan minuman yang didapatkan dari sari buah atau campuran sari buah yang tidak difermentasi dengan mencampurkan air minum, dengan atau tanpa penambahan gula, bahan pangan lainnya, dan bahan tambahan pangan yang diizinkan. Pada umumnya minuman jeruk nipis dibuat dengan cara mengambil perasan sari jeruk nipis kemudian ditambahkan air dan gula. Namun di dalam dunia industri pangan minuman olahan yang terbuat dari sari buah biasanya ditambahkan dengan bahan tambahan pangan seperti pemanis dan pengawet. Pada pembuatan minuman olahan jeruk nipis pemanis yang digunakan yaitu sukrosa dan trehalosa. Sedangkan pengawet yang digunakan yaitu natrium benzoat. Sukrosa dikenal

sebagai gula dapur, memiliki tingkat kemanisan 100%. Sedangkan trehalosa merupakan disakarida yang terdiri dari dua unit ikatan glukosa α -1,1 dan ikatan glikosida (α -d-glucopyranosyl- α -d-glucopyranoside). Trehalosa memiliki tingkat kemanisan 45% sukrosa. Natrium benzoat merupakan kristal atau serbuk yang berwarna putih, berbau atau hampir tidak berbau, dan stabil di udara. Penggunaan natrium benzoat biasanya digunakan dalam bentuk garamnya yaitu Natrium benzoat (C_6H_5COONa) karena asam benzoat kurang kelarutannya dalam air dibandingkan dalam bentuk garamnya [13].

Jeruk nipis atau dalam nama ilmiah dikenal dengan nama *Citrus aurantifolia* (CA) merupakan jenis jeruk yang digunakan sebagai bahan masakan, dan juga sebagai obat tradisional. Dalam pengolahan makanan, CA digunakan untuk menghilangkan bau amis pada pengolahan ikan dan memberi aroma segar. Bila dibanding dengan jenis *Citrus* lainnya, CA memiliki fungsi yang lebih banyak. Dalam pengobatan tradisional buah CA banyak digunakan sebagai obat batuk atau gangguan saluran pernapasan. Oleh etnis Batak CA dikenal dengan rimo bunga, (Karo, Phakpak), utte bunga (Mandailing, Toba). Tumbuhan ini mudah ditemukan di lingkungan sekitar terutama di pekarangan dan juga dapat digunakan sebagai salah satu tumbuhan yang dapat menambah income keluarga [14].

2.4 Teorema Bayes

Metode *Teorema Bayes* adalah sebuah teorema dengan dua penafsiran berbeda. Pada penafsiran Bayes, metode ini menyatakan tingkat kepercayaan subjektif yang harus berubah secara rasional ketika diperoleh petunjuk atau kasus baru yang dibandingkan dengan kasus-kasus yang telah lama terjadi. Probabilitas bayes merupakan salah satu cara dalam mengatasi suatu ketidakpastian data dengan menggunakan *formula Bayes* [15].

Teorema Bayes juga memandang sebuah tolak ukur sebagai variabel yang menggambarkan sebuah pengetahuan awal tentang tolak ukur sebelum pengamatan dilakukan dan dinyatakan dalam suatu nilai yang disebut dengan distribusi prior. [16]. Kemudian setelah pengamatan dilakukan, informasi dalam distribusi prior kembali digabungkan dengan data sampel melalui *Teorema Bayes*.

Adapun algoritma dari penyelesaian dari metode *Teorema Bayes* yaitu sebagai berikut:

1. Mendefinisikan terlebih dahulu nilai probabilitas dari tiap evidence untuk setiap hipotesis berdasarkan data *sample* yang ada menggunakan rumus probabilitas Bayes.

$$P(H|E) = \frac{P(E|H) \cdot P(H)}{P(E)} \dots \dots \dots [2.1]$$

2. Menjumlahkan nilai probabilitas dari tiap *evidence* untuk masing-masing hipotesis berdasarkan data *sample*.
 $\sum_{k=1}^n P_k = G_1 + \dots + G_n \dots \dots \dots [2.2]$

3. Mencari nilai probabilitas hipotesis H tanpa memandang *evidence* apapun bagi masing-masing hipotesis.

$$P(H_i) = \frac{P(E|H_i)}{\sum_{k=1}^n P_k} \dots \dots \dots [2.3]$$

- Mencari nilai probabilitas hipotesis memandang *evidence* dengan cara mengalikan nilai probabilitas *evidence* awal dengan nilai-nilai probabilitas hipotesis tanpa mengandung *evidence* dan menjumlahkan perkalian bagi masing-masing hipotesis.

$$\sum_{k=1}^n = p(H1) * p(E|H1) + \dots + p(Hi) * p(E|Hi) \dots\dots\dots [2.4]$$

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

$$P(H_i|E_i) = \frac{P(H_i * p(E|H_i))}{\sum_{k=1}^n} \dots\dots\dots [2.5]$$

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

$$\sum_{k=1}^n \text{ bayes} = \text{bayes } 1 + \dots + \text{Bayes } n \dots\dots\dots [2.6]$$

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

$$P(H_i|E) = \frac{P(E \cap H_i)}{\sum_i P(E \cap H_i)} = \frac{P(E|H_i)P(H_i)}{P(E)} \dots\dots\dots [2.7]$$

2.5 Certainty Factor

Certainty Factor (CF) dikemukakan oleh Shortliffe dan Buchanan pada 1975 untuk mengakomodasikan ketidakpastian pemikiran (*Inexact reasoning*) seorang pakar. Seorang pakar, (misalnya dokter sering kali menganalisis informasi yang ada dengan ungkapan seperti “mungkin”, “kemungkinan besar”, “hampir pasti”. Untuk megakomodasi hal ini kita menggunakan *Certainty Factor*(CF) guna menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap masalah yang dihadapi [17].

- Metode ‘*Net Belief*’ yang diusulkan oleh E.H Shortliffe dan B.G Buchanan

$$CF(\text{rule}) = MB(H,E) - MD(H,E) \dots\dots\dots \text{Rumus BAB II (2.1)}$$

$$MB(H,E) = \frac{\begin{matrix} 1 \\ \text{Max}[P(H|E), P(H)] - P(H) \end{matrix}}{\begin{matrix} 1 \\ \text{Max}[1,0] - P(H) \end{matrix}}$$

$$MD(H,E) = \frac{\begin{matrix} 1 \\ \text{Min}[P(H|E), P(H)] - P(H) \end{matrix}}{\begin{matrix} 1 \\ \text{Min}[1,0] - P(H) \end{matrix}}$$

$$CF_{\text{Combine}} = CF1 + CF2(1 - CF1) \dots\dots\dots \text{Rumus BAB II (2.2)}$$

Dimana :

CF (Rule) = factor kepastian

MB (H,E) = *measure of belief* (ukuran kepercayaan) terhadap hipotesis H , jika diberikan *evidence* E (antara 0 dan 1)

MD(H,E) = *measure of disbelief*, (ukuran ketidakpercayaan) terhadap *evidence* H , jika diberikan *evidence* E (antara 0 dan 1)

$P(H)$ = probabilitas kebenaran hipotesis H

$P(H|E)$ = probabilitas bahwa H benar karena fakta E [18]

- Dengan mewawancarai seorang pakar

Nilai CF (Rule) didapat dari interpretasi “*term*” dari pakar, yang diubah menjadi nilai CF tertentu sesuai table berikut :

Tabel 3 Wawancara Nilai CF dengan seorang Pakar

Uncertain Term	CF
Definitely not (pasti tidak)	-1.0
Almost certainty not (Hampir tidak pasti)	-0.8
Probably not (Kemungkinan besar tidak)	-0.6
Maybe Not (Mungkin Tidak)	-0.4
Unknown (Tidak tahu)	-0.2 to 0.2
Maybe (Mungkin)	0.3-0.4
Probably (kemungkinan Besar)	0.5-0.6
Almost certainly (Hampir Pasti)	0.8-0.9
Definitely (Pasti)	1.0

Secara Umum, *rule* atau aturan direpresentasikan dalam bentuk sebagai berikut :

IF $E1$ **AND** $E2$ **AND** E_n **THEN** H (CF Rule) Atau

IF E1 OR E2.....OREn THEN H (CF rule)

Dimana:

E1...EN : Fakta-fakta (*evidence*) yang ada

H : Hipotesis atau konklusi yang dihasilkan

1. Rule dengan *evidence* E tunggal dan Hipotesis H tunggal

IF E THEN H (CF Rule)

$CF(H,E) = CF(E) \times CF(rule)$

2. Rule dengan *evidence* E ganda dan Hipotesis H tunggal

IF E1 AND E2.....AND EN THEN H (CF rule)

$CF(H,E) = \min [CF(E1), CF(E2), ..., CF(EN)] \times CF(rule)$

IF E1 OR E2.....OR EN THEN H (CF rule)

$CF(H,E) = \max [CF(E1), CF(E2), ..., CF(EN)] \times CF(rule)$

3. Kombinasi dua buah rule dengan *evidence* berbeda (E1 dan E2),
Tetapi hipotesisnya sama.

IF E1 THEN Hrule 1 $CF(H,E1) = CF1 = C(E1) \times CF(rule1)$

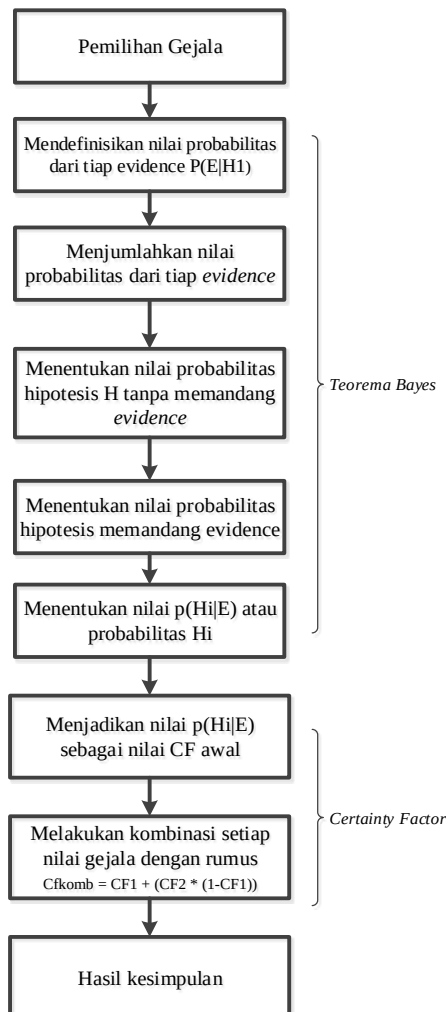
IF E2 THEN Hrule 2 $CF(H,E2) = CF2 = C(E2) \times CF(rule2)$

$CF1 + CF2(1 - CF1)$ jika $CF1 > 0$ dan $CF2 > 0$

$\frac{CF1 + CF2}{CF1 + CF2(1 + CF1)}$

$= \frac{1 - \min[|CF1|, |CF2|]}{CF1 + CF2(1 + CF1)}$ jika $CF1 < 0$ atau $CF2 < 0$
jika $CF1 < 0$ dan $CF2 < 0$

Algoritma sistem merupakan keterangan dari langkah-langkah penyelesaian masalah dalam perancangan sistem pakar dalam mendiagnosis penyakit pada tanaman jeruk nipis dengan menggunakan metode *Teorema Bayes* dan *Certainty Factor*. Tahapan dari metode *Teorema Bayes* dan *Certainty Factor* akan dijelaskan dalam kerangka kerja berikut ini.



Gambar 1 Kerangka Kerja Metode *Teorema Bayes* dan *Certainty Factor*

Pada algoritma kebutuhan *input* dari sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman jeruk nipis dengan menggunakan metode *Teorema Bayes* ini berupa data gejala penyakit yang terlihat pada penderita penyakit pada tanaman jeruk nipis, beserta nilai bobot dari setiap gejala yang nilainya berasal dari data sampel atau pengalaman. Adapun data tersebut nantinya diproses untuk menghasilkan kesimpulan keterangan penyakit berdasarkan gejala yang dipilih oleh *user*. Adapun algoritma dari penyelesaian dari metode *Teorema Bayes* yaitu sebagai berikut:

1. Mendefinisikan terlebih dahulu nilai probabilitas dari tiap *evidence* untuk setiap hipotesis berdasarkan data *sample* yang ada menggunakan rumus probabilitas *Bayes*.

$$P(H|E) = \frac{p(E|H).P(H)}{P(E)}$$

2. Menjumlahkan nilai probabilitas dari tiap *evidence* untuk masing-masing hipotesis berdasarkan data *sample*.

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

3. Mencari nilai probabilitas hipotesis H tanpa memandang *evidence* apapun bagi masing-masing hipotesis.

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

4. Mencari nilai probabilitas hipotesis memandang *evidence* dengan cara mengalikan nilai probabilitas *evidence* awal dengan nilai-nilai probabilitas hipotesis tanpa mengandung *evidence* dan menjumlahkan perkalian bagi masing-masing hipotesis.

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

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

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

6. Menjadikan nilai $p(Hi|E)$ menjadi nilai CF untuk di proses menjadi kombinasi CF

7. Melakukan kombinasi metode *Certainty Factor* dengan menggunakan rumus

$$CF_{Kombinasi} = CF_1 + (CF_2 * (1 - CF_1))$$

2.6 Pemilihan Gejala

Jenis penyakit pada tanaman jeruk nipis dapat dilihat dari tabel yang telah dibuat berdasarkan data.

Tabel 3 Jenis Penyakit pada tanaman jeruk nipis

No.	Kode	Penyakit
1.	P01	Citrus Greening (Huanglongbing/HLB)
2.	P02	Phytophthora Root Rot
3.	P03	Canker Jeruk

Berikut ini adalah ciri-ciri penyakit pada tanaman jeruk nipis, antara lain adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Gejala Penyakit pada tanaman jeruk nipis

Kode	Gejala
G01	Daun menunjukkan pola pucat yang tidak teratur
G02	Daun menjadi kuning dengan pembuluh yang tetap hijau
G03	Daun baru tumbuh lebih kecil dan berbentuk tidak normal
G04	Buah jeruk nipis menjadi kecil
G05	Buah tidak matang dengan baik
G06	Cabang-cabang yang terinfeksi dapat mati
G07	Produktivitas tanaman jeruk nipis menurun drastis
G08	Daun tanaman jeruk nipis yang terinfeksi akan terlihat layu
G09	Daun yang menguning sering kali gugur lebih awal dari biasanya
G10	Buah yang sedang tumbuh juga bisa rontok sebelum matang.
G11	Akar tanaman yang terinfeksi akan membengkak dan menjadi busuk
G12	kulit batang terlihat mengelupas
G13	terdapat luka-luka yang berwarna coklat kehitaman
G14	munculnya lesi berbentuk bercak pada daun dan batang
G15	munculnya lesi berair yang terkadang disertai dengan daerah berwarna gelap pada buah
G16	buah mengalami penyusutan

Dalam menentukan *rule* inferensi untuk penyakit pada tanaman jeruk nipis, maka dibuatlah *rule*-nya terlebih dahulu berdasarkan kaidah sistem pakar dengan metode bayes adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Rule Inferensi

Kode Gejala	P01	P02	P03
G01	√		
G02	√	√	
G03	√		
G04	√		
G05	√		
G06	√		
G07	√		
G08		√	
G09		√	√
G10		√	
G11		√	
G12		√	
G13		√	
G14			√
G15			√
G16			√

Didalam pengembangan aplikasi sistem pakar ini untuk membantunya, maka ditampilkan data-data hubungan antara gejala dan jenis penyakit pada tanaman jeruk nipis. Nilai probabilitas dalam *Teorema Bayes* diperoleh dari jumlah gejala dibagi dengan jumlah kasus yang terjadi. Berikut ini adalah contoh perhitungan dalam mencari nilai probabilitas tiap gejala.

Jumlah sampel Kasus Penyakit pada tanaman jeruk nipis = 91

Probabilitas kasus Citrus Greening (Huanglongbing/HLB) P01 = 35/91

E01 = Daun menunjukkan pola pucat yang tidak teratur.= 23, maka $P(E|H1) = 23/35 = 0.66$

E02 = Daun menjadi kuning dengan pembuluh yang tetap hijau = 24, maka $P(E|H1) = 24/35 = 0.69$

E03 = Daun baru tumbuh lebih kecil dan berbentuk tidak normal.= 20 maka $P(E|H1) = 20/35 = 0.57$

E04 = Buah jeruk nipis menjadi kecil.= 19, maka $P(E|H1) = 19/35 = 0.54$

E05 = Buah tidak matang dengan baik.= 23, maka $P(E|H1) = 23/35 = 0.66$

E06 = Cabang-cabang yang terinfeksi dapat mati= 24, maka $P(E|H1) = 24/35 = 0.69$

E07 = Produktivitas tanaman jeruk nipis menurun drastis= 20, maka $P(E|H1) = 20/35 = 0.57$

Berikut adalah penyajian nilai probabilitas dari data jumlah kasus yang telah didekripsikan sebelumnya.

Tabel 6 Nilai Probabilitas

Kode Penyakit	Kode Gejala	Jumlah Kasus	Jumlah Gejala/Kasus	Nilai Probabilitas
P01	G01	35	29	0.83
	G02		31	0.89
	G03		20	0.57
	G04		19	0.54
	G05		23	0.66
	G06		24	0.69
	G07		20	0.57
	G08		19	0.76
P02	G02	25	18	0.72
	G09		21	0.84
	G10		23	0.92
	G11		24	0.96
	G12		20	0.80
	G13		19	0.76
	G14		19	0.61
	G06		12	0.39
P03	G09	31	23	0.74
	G10		11	0.35
	G15		13	0.42
	G16		13	0.42
	G04		24	0.77
	G08		19	0.61

Setelah menentukan rule inferensi melalui tabel diatas maka tahap selanjutnya menggunakan Mesin infensi dari tabel tersebut dan melakukan proses perhitungan dengan metode *Teorema Bayes* dan *Certainty Factor*. Perhitungan akan dilakukan dari setiap kemungkinan yang akan dipilih maka dilakukan perhitungan metode *Teorema Bayes* dan *Certainty Factor* adalah sebagai berikut :

Tabel 7 Gejala Yang Terlihat Pada Jeruk Nipis

Kode Gejala	Gejala
G01	Daun menunjukkan pola pucat yang tidak teratur
G02	Daun menjadi kuning dengan pembuluh yang tetap hijau
G05	Buah tidak matang dengan baik
G06	Cabang-cabang yang terinfeksi dapat mati
G13	terdapat luka-luka yang berwarna coklat kehitaman

2.7 Mendefinisikan nilai probabilitas dari tiap evidence

Langkah pertama mengidefinisikan terlebih dahulu nilai probabilitas dari tiap *evidence* untuk hipotesis berdasarkan data sampel yang ada menggunakan rumus probabilitas bayes :

1. P01 = Citrus Greening (Huanglongbing/HLB)
 - G01 = $P(E|H1) = 0.83$
 - G02 = $P(E|H1) = 0.89$
 - G05 = $P(E|H1) = 0.66$
 - G06 = $P(E|H1) = 0.69$
2. P02 = Phytophthora Root Rot
 - G02 = $P(E|H2) = 0.72$

2.8 Menjumlahkan nilai probabilitas dari tiap evidence

Langkah kedua menjumlahkan nilai probabilitas dari tiap *evidence* untuk masing-masing hipotesis berdasarkan data sampel.

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

1. P01 = Citrus Greening (Huanglongbing/HLB)
 - G01 = $P(E|H1) = 0.83$
 - G02 = $P(E|H1) = 0.89$
 - G05 = $P(E|H1) = 0.66$
 - G06 = $P(E|H1) = 0.69$

$$\sum_{Gn}^n k1 = 0.83 + 0.89 + 0.66 + 0.69 = 3.06$$

2. P02 = Phytophthora Root Rot
 - G02 = $P(E|H2) = 0.72$
 - G13 = $P(E|H2) = 0.76$

$$\sum_{Gn}^n k1 = 0.72 + 0.76 = 1.48$$

2.9 Menentukan probabilitas hipotesis H tanpa memandang evidence

Langkah ketiga mencari nilai probabilitas hipotesis H tanpa mengandung *evidence* apapun bagi masing-masing hipotesis.

$$P(Hi) = \frac{P(Hi)}{\sum_{k=n}^n}$$

1. P01 = Citrus Greening (Huanglongbing/HLB)
 - G01 = $P(E|H1) = \frac{0.83}{3.06} = 0.271028037$
 - G02 = $P(E|H1) = \frac{0.89}{3.06} = 0.289719626$
 - G05 = $P(E|H1) = \frac{0.66}{3.06} = 0.214953271$
 - G06 = $P(E|H1) = \frac{0.69}{3.06} = 0.224299065$
2. P02 = Phytophthora Root Rot
 - G06 = $P(E|H2) = \frac{0.72}{1.48} = 0.486486486$
 - G13 = $P(E|H2) = \frac{0.76}{1.48} = 0.513513514$

2.10 Menentukan nilai probabilitas hipotesis memandang evidence

Langkah keempat setelah nilai $P(H_i)$ diketahui, probabilitas hipotesis H tanpa memandang *evidence* apapun, maka langkah selanjutnya adalah :

- $$\sum_{k=1}^n = P(H_1) * P(E|H_1) + \dots + P(H_i) * P(E|H_i)$$
1. P01 = Citrus Greening (Huanglongbing/HLB)
$$\sum_{k=1}^n = (0.271028037 * 0.83) + (0.289719626 * 0.89) + (0.214953271 * 0.66) + (0.224299065 * 0.69)$$
$$= 0.77623498$$
 2. P02 = Phytophthora Root Rot
$$\sum_{k=1}^n = (0.486486486 * 0.72) + (0.513513514 * 0.76) = 0.740540541$$

2.11 Menentukan nilai $p(H_i|E)$ atau probabilitas H_i

Langkah kelima mencari nilai $P(H_i|E)$ atau probabilitas hipotesis H_i benar jika diberikan *evidence* E .

$$P(H_i|E) = \frac{P(H_i) * P(E|H_i)}{\sum_{k=1}^n}$$

1. P01 = Citrus Greening (Huanglongbing/HLB)
$$P(H_i|E) = \frac{0.271028037 * 0.83}{0.77623498} = 0.289301686$$
$$P(H_i|E) = \frac{0.289719626 * 0.89}{0.77623498} = 0.330581355$$
$$P(H_i|E) = \frac{0.214953271 * 0.66}{0.77623498} = 0.181974544$$
$$P(H_i|E) = \frac{0.224299065 * 0.69}{0.77623498} = 0.198142415$$
2. P02 = Phytophthora Root Rot
$$P(H_i|E) = \frac{0.486486486 * 0.72}{0.740540541} = 0.472992701$$
$$P(H_i|E) = \frac{0.513513514 * 0.76}{0.740540541} = 0.527007299$$

2.12 Menjadikan nilai $p(H_i|E)$ sebagai nilai CF awal

Langkah berikutnya setelah seluruh nilai $P(H_i|E)$ diketahui, maka jadikan $P(H_i|E)$ menjadi nilai CF

1. P01 = Citrus Greening (Huanglongbing/HLB)
CF1= 0.289301686
CF2= 0.330581355
CF3= 0.181974544
CF4= 0.198142415
2. P02 = Phytophthora Root Rot
CF1= 0.472992701
CF2= 0.527007299

2.13 Melakukan kombinasi CF

Selanjutnya kemudian dikombinasikan dengan rumus sebagai berikut :

$$CF_{Kombinasi} = CF_1 + (CF_2 * (1 - CF_1))$$

1. P01 = Citrus Greening (Huanglongbing/HLB)
CF1= 0.289301686
CF2= 0.330581355
CF3= 0.181974544
CF4= 0.198142415
Kombinasi CF1 dengan CF2
$$CF_{Kombinasi} = CF_1 + (CF_2 * (1 - CF_1))$$
$$CF_{Kombinasi} = 0.289301686 + (0.330581355 * (1 - 0.289301686))$$
$$= 0.524245298$$

Kombinasi CFKombinasi dengan CF3
$$CF_{Kombinasi} = CF_K + (CF_3 * (1 - CF_K))$$
$$CF_{Kombinasi} = 0.524245298 + (0.181974544 * (1 - 0.524245298))$$

$$= 0.610820543$$

Kombinasi CFKombinasi dengan CF4

$$CF_{Kombinasi} = CF_K + (CF_4 * (1 - CF_K))$$

$$CF_{Kombinasi} = 0.610820543 + (0.198142415 * (1 - 0.610820543))$$

$$= 0.6879335$$

2. P02 = Phytophthora Root Rot

$$CF1 = 0.472992701$$

$$CF2 = 0.527007299$$

Kombinasi CF1 dengan CF2

$$CF_{Kombinasi} = CF_1 + (CF_2 * (1 - CF_1))$$

$$CF_{Kombinasi} = 0.472992701 + (0.527007299 * (1 - 0.472992701))$$

$$= 0.750729394$$

2.14 Mencari Kesimpulan

Dari proses perhitungan menggunakan metode *Teorema Bayes* dan *Certainty Factor* diatas, maka dapat diketahui bahwa penyakit yang dialami adalah Penyakit Phytophthora Root Rot dengan pasti dan memiliki nilai keyakinan 0.750729394 atau 75.07%. Dari hasil tersebut maka dapat di simpulkan hasil akhir penyakit pada tanaman jeruk nipis tidak tergantung pada jumlah gejala yang dialami melainkan besaran dari nilai probabilitas gejala yang dialami.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam analisis masalah penyakit pada tanaman jeruk nipis dengan menggunakan metode *Teorema Bayes* dan *Certainty Factor*, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut : dalam menganalisis permasalahan dapat dilakukan dengan menunjukkan bahwa terdapat kebutuhan mendesak untuk mengembangkan metode yang efektif dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman jeruk nipis. Identifikasi gejala yang tepat dan akurat sangat penting untuk memastikan diagnosa yang cepat dan perawatan yang sesuai. Pengembangan sistem pakar yang menunjukkan potensi besar dalam memberikan diagnosa yang lebih tepat dan terperinci untuk mengatasi berbagai penyakit yang dapat menyerang tanaman jeruk nipis. Dengan mengidentifikasi gejala secara akurat, sistem ini dapat memberikan rekomendasi yang tepat waktu dan sesuai, sehingga petani dapat melakukan tindakan yang efektif untuk menjaga kesehatan tanaman mereka. Dalam menerapkan sistem pakar dalam mendiagnosis penyakit tanaman jeruk nipis terbukti efektif dalam memberikan diagnosa yang akurat dan terperinci. Dimana metode *Teorema Bayes* akan melakukan 5 tahapan proses yaitu definisi probabilitas, menjumlahkan nilai probabilitas, menentukan nilai probabilitas hipotesis H tanpa memandang evidence, menentukan nilai probabilitas hipotesis memandang evidence, menentukan nilai $p(H_i|E)$ atau probabilitas H_i , kemudian dilanjutkan dengan menjadikan nilai $p(H_i|E)$ sebagai nilai CF awal, dan melakukan kombinasi setiap nilai gejala dengan rumus *Certainty Factor*. Dalam merancang dan pembangunan sistem pakar untuk diagnosa penyakit pada tanaman jeruk nipis, diterapkan metode *Teorema Bayes* dan *Certainty Factor*. Sistem ini dirancang untuk menerima input dari petani terkait gejala penyakit yang terjadi pada tanaman jeruk nipis, memproses data tersebut menggunakan metode *Teorema Bayes* untuk menghitung probabilitas penyakit, dan memberikan hasil diagnosa yang jelas serta rekomendasi penanganan yang sesuai. Untuk tampilan sistem, digunakan pemodelan UML seperti Use Case Diagram, Activity Diagram, dan Class Diagram untuk merancang alur dan struktur aplikasi. Selanjutnya, merancang database dan antarmuka aplikasi dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan pengguna, dan pengkodean sistem dilakukan dengan bantuan framework Laravel. Pengujian sistem pakar yang dibangun menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan hasil diagnosa yang akurat dan tepat waktu dalam konteks penyakit pada tanaman jeruk nipis. Sistem Pakar yang diterapkan dalam sistem pakar ini memastikan bahwa sistem dapat diandalkan dalam membantu mendiagnosa penyakit pada tanaman jeruk nipis dengan mempertimbangkan gejala yang dilaporkan oleh petani. Pengujian sistem ini dilakukan dengan menggunakan metode Blackbox, yang memastikan bahwa semua fungsi sistem beroperasi sesuai dengan harapan dan memberikan hasil yang sesuai dengan kriteria diagnostik yang telah ditetapkan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini. Yaitu Bapak Doping 1 dan Bapak Doping 2.

Daftar Pustaka

- [1] I. P. Kesehatan, "7 Manfaat Jeruk Nipis Bagi Kesehatan Tubuh," Kemenkes, 5 08 2022. [Online]. Available: https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/1109/7-manfaat-jeruk-nipis-bagi-kesehatan-tubuh. [Diakses 23 04 2024].
- [2] Dina Maulina, Asih Murti Wulanningsih, "METODE CERTAINTY FACTOR DALAM PENERAPAN SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT ANAK," *JOISM : JURNAL OF INFORMATION SYSTEM MANAGEMENT*, vol. 1, no. 2, pp. 23-32, 2020).

- [3] Syarif Assalam, Thomas Gozali, Yusep Ikrawan, dan Inne Nurfalia, "Optimalisasi Formula Minuman Olahan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Dengan Parameter Karakteristik Produk," *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, vol. 23, no. 2, pp. 288-301, 2023.
- [4] Muhammad Zulham, Darjat Saripurna, Mhd. Zulfansyuri Siambaton, "Aplikasi Diagnosa Penyakit Hepatitis dengan Menggunakan Metode Teorema Bayes dan Certainty Factor," *Jurnal Teknik*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [5] A. J. F. Purba, "Perbandingan Metode Bayes Dan Certainty Factor Pada Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Varisela Pada Anak-Anak," *Health and Contemporary Technology Journal*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [6] Erwan Efendi, Rahman Asro Bil'ibad, Muhammad Salman Al Farisi, "Konsep Sistem, Jenis-Jenis Sistem Dan Model Sistem," *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, vol. 5, no. 2, 2023.
- [7] Dhea Anjeli, Sri Tita Faulina, Abdulloh Fakhri, "Sistem Informasi Perpustakaan Sekolah Dasar Negeri 49 OKU Menggunakan Embarcadero XE2 Berbasis Client Server," *Jurnal Informatika dan Komputer*, vol. 13, no. 2, p. 57 – 66, 2022.
- [8] Novianti Puspitasari, Hamdani Hamdani, Heliza Rahmania Hatta, Anindita Septiarini, Sumaini, "PENERAPAN METODE TEOREMA BAYES UNTUK MENDETEKSI HAMA PADA TANAMAN PADI MAYAS KALIMANTAN TIMUR," *SINTECH JOURNAL*, vol. 4, no. 2, 2021.
- [9] Y. Yuliyana dan A. S. R. M. Sinaga, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Gigi Menggunakan Metode Naive Bayes," *Fountain of Informatics Journal*, vol. 4, no. 1, p. 19, 10 5 2019.
- [10] Rizal Rachman, Sera Moritami, "Sistem Pakar Deteksi Penyakit Refraksi Mata Dengan Metode Teorema Bayes Berbasis Web," *JURNAL INFORMATIKA*, vol. 7, no. 1, p. 68~76, 20120.
- [11] Abdul Karim, Shinta Esabella, Kusmanto, Sudi Suryadi, Elvitrianim Purba, "Penerapan Metode Teorema Bayes Dalam Mendiagnosa Penyakit Autoimun," *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 5, no. 1, p. 254–263, 2023.
- [12] Silvia Sari Prastiwi, Ferry Ferdiansyah, "REVIEW ARTIKEL: KANDUNGAN DAN AKTIVITAS FARMAKOLOGI JERUK NIPIS," *Farmaka*, vol. 15, no. 2, 2022.
- [13] Rahma Kurnia Lestari, Ella Amalia, Yuwono, "Efektivitas jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* swingle) sebagai zat antiseptik pada cuci tangan," *JKK*, vol. 5, no. 2, 2019.
- [14] M. Silalahi, "Pemanfaatan *Citrus aurantifolia* (Christm. et Panz.) sebagai Bahan Pangan dan Obat serta Bioaktivitas," *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, vol. 17, no. 1, 2020.
- [15] Muhammad Zunaidi, Usti Fatimah Sari Sitorus Pane, Asyahri Hadi Nasyuha, "Analisis Teorema Bayes Dalam Mendiagnosa Penyakit Tanaman Pisang," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 5, no. 4, 2021.
- [16] N. A. Hutagalung, K. Kunci-., M. Bayes dan S. Pakar, "IMPLEMENTASI METODE BAYES PADA SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT POLIO".
- [17] Alfina Adela, Darjat Sariourna, Nur Yanti Lumban Gao, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Atherosklerosis Menggunakan Metode Certainty Factor," *Jurnal CyberTech*, vol. 3, no. 11, 2020.
- [18] Fachrel Yehezkiel Raja Mangihut Marpaung, Zulfian Azmi, Devri Suherdi, "Sistem Pakar Mendeteksi Tingkat Depresi Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor," *Jurnal Sistem Informasi Triguna Dharma (JURSI TGD)*, vol. 11, no. 7, 2022.