

Analisa Perbandingan Metode Teorema Bayes Dan Case Based Reasoning Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Tomat

Agus Iskandar*, Galih Rakasiwi

Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika, Program Studi Informatika, Universitas Nasional, Jakarta, Indonesia

Email:^{1,*}iskandaragus1005@gmail.com, ²galihrakasiwi221@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: iskandaragus1005@gmail.com

Submitted: 25/11/2023; Accepted: 30/11/2023; Published: 30/11/2023

Abstrak—Penyakit pada tanaman tomat memiliki dampak signifikan pada industri pertanian, karena dapat mengurangi hasil panen dan kualitas buah tomat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan membandingkan metode Teorema Bayes dan Case Based Reasoning (CBR) dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman tomat. Metode Teorema Bayes adalah pendekatan statistik berdasarkan probabilitas, sementara CBR menggunakan pengetahuan dari kasus-kasus sebelumnya. Studi ini mencakup analisis kinerja kedua metode dalam hal akurasi diagnosa, kecepatan penyampaian hasil, dan efisiensi penggunaan sumber daya. Hasil penelitian memiliki potensi untuk membantu petani dan ahli pertanian dalam memilih metode yang paling sesuai untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman tomat. Selain itu, penerapan sistem pakar dalam pertanian dapat berdampak positif pada produktivitas dan keberlanjutan budidaya tanaman tomat. Penelitian ini bertujuan memberikan panduan praktis bagi pemangku kepentingan dalam bidang pertanian dan berkontribusi pada peningkatan pertanian yang berkelanjutan, dengan fokus khusus pada upaya identifikasi dan penanganan penyakit pada tanaman tomat. Nilai persentase hasil penerapan metode Bayes Theorema dan Case Base Reasoning dapat terlihat bahwa Case Base Reasoning memiliki tingkat keberhasilan yang rendah dalam mendiagnosis Layu Fusarium dan Layu Bakteri dibandingkan dengan Teorema Bayes. Namun, Case Base Reasoning lebih unggul dalam mendiagnosis Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV), mencapai tingkat keberhasilan 100%, sementara Teorema Bayes mencapai 63%.

Kata Kunci: Sistem Pakar; Perbandingan Metode; Teorema Bayes; Case Based Reasoning; Tanaman Tomat

Abstract—Diseases in tomato plants have a significant impact on the agriculture industry as they can reduce crop yields and tomato quality. Therefore, this research aims to compare the Bayesian Theorem and Case-Based Reasoning (CBR) methods in diagnosing tomato plant diseases. The Bayesian Theorem is a statistical approach based on probability, while CBR uses knowledge from previous cases. This study includes an analysis of the performance of both methods in terms of diagnostic accuracy, result delivery speed, and resource efficiency. The research results have the potential to assist farmers and agricultural experts in choosing the most suitable method for diagnosing tomato plant diseases. Furthermore, the implementation of expert systems in agriculture can have a positive impact on tomato cultivation productivity and sustainability. This research aims to provide practical guidance for stakeholders in the agricultural field and contribute to sustainable agriculture improvement, with a specific focus on disease identification and management in tomato plants. The percentage values of the application of the Bayesian Theorem and Case-Based Reasoning methods show that Case-Based Reasoning has a lower success rate in diagnosing Fusarium Wilt and Bacterial Wilt compared to the Bayesian Theorem. However, Case-Based Reasoning excels in diagnosing Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV), achieving a success rate of 100%, while the Bayesian Theorem reaches 63%.

Keywords: Expert System; Method Comparison; Bayesian Theorem; Case-Based Reasoning; Tomato Plants

1. PENDAHULUAN

Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*) merupakan salah satu tanaman sayuran yang memiliki peran penting dalam industri pertanian dan sektor pangan di seluruh dunia. Tanaman tomat tidak hanya memberikan kontribusi signifikan terhadap pasokan makanan global, tetapi juga merupakan sumber utama nutrisi penting seperti vitamin C, asam folat, dan senyawa antioksidan, termasuk likopen, yang memiliki manfaat kesehatan yang besar bagi manusia[1][2].

Keberhasilan budidaya tanaman tomat menjadi prioritas bagi para petani dan produsen makanan. Namun, seperti tanaman lainnya, tanaman tomat sangat rentan terhadap serangan berbagai jenis penyakit yang dapat menghancurkan hasil panen dan mengurangi kualitas buah tomat. Dalam konteks pertanian modern, diagnostik penyakit pada tanaman tomat merupakan salah satu tantangan utama yang harus diatasi untuk meminimalkan kerugian dan menjaga produktivitas pertanian. Beberapa penyakit umum pada tanaman tomat meliputi penyakit layu, embun tepung, penyakit bercak bakteri, penyakit busuk akar, dan banyak lagi. Dalam upaya memitigasi dampak negatif dari penyakit ini, identifikasi dan diagnosa yang cepat dan akurat menjadi esensial.

Pentingnya diagnosa penyakit yang tepat dan tepat waktu telah memicu pengembangan berbagai metode dan alat untuk mendeteksi penyakit pada tanaman tomat. Di antara berbagai pendekatan yang digunakan, sistem pakar telah menjadi salah satu solusi yang menjanjikan. Sistem pakar adalah program komputer yang didesain untuk meniru kemampuan seorang pakar manusia dalam mendiagnosa masalah dan memberikan solusi yang sesuai.

Sistem pakar dalam pertanian telah membuktikan potensi besar mereka dalam mendukung pengambilan keputusan yang lebih efisien dan berorientasi pada solusi. Mereka dapat menganalisis gejala, karakteristik tanaman, dan faktor-faktor lingkungan yang relevan untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman tomat[3]. Dengan kemampuan untuk mengintegrasikan pengetahuan dari berbagai sumber dan memproses data dalam

skala besar, sistem pakar memiliki potensi untuk memberikan diagnosa yang lebih akurat dan efisien dibandingkan dengan pendekatan manusia.

Keunggulan sistem pakar dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman tomat terletak pada kemampuan mereka untuk mengevaluasi gejala yang kompleks, dan mempertimbangkan banyak faktor dalam waktu singkat. Selain itu, mereka dapat menghasilkan rekomendasi tindakan yang spesifik untuk mengatasi penyakit yang diidentifikasi. Oleh karena itu, penggunaan sistem pakar dalam pertanian telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Dalam konteks ini, akan mengulas dan membandingkan dua metode sistem pakar yang digunakan dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman tomat, yaitu Teorema Bayes dan Case Based Reasoning (CBR). Teorema Bayes adalah metode yang berdasarkan pada konsep probabilitas dan statistik, sedangkan CBR berfokus pada penggunaan pengetahuan yang didasarkan pada kasus-kasus sebelumnya.

Teorema Bayes adalah pendekatan statistik yang digunakan dalam sistem pakar untuk menghitung probabilitas terjadinya suatu peristiwa berdasarkan informasi awal atau prior knowledge. Dalam konteks diagnosa penyakit pada tanaman tomat, Teorema Bayes dapat digunakan untuk menghitung probabilitas bahwa suatu penyakit tertentu ada berdasarkan gejala atau karakteristik yang teramati pada tanaman[4][5]. Melalui metode ini, sistem pakar dapat memperbarui diagnosa secara berkelanjutan dengan data observasi yang baru, meningkatkan akurasi diagnosa seiring berjalannya waktu.

Sementara itu, Case Based Reasoning (CBR) adalah pendekatan yang mengandalkan pengetahuan berdasarkan kasus-kasus sebelumnya. Dalam sistem pakar, CBR mengumpulkan dan menyimpan data tentang diagnosa kasus-kasus penyakit pada tanaman tomat yang sudah terjadi sebelumnya[6][7]. Ketika kasus baru muncul, CBR mencari kesamaan antara kasus baru dan kasus yang ada dalam basis data. Kesamaan ini digunakan untuk menentukan diagnosa dan tindakan yang paling sesuai berdasarkan pengalaman dari kasus-kasus sebelumnya.

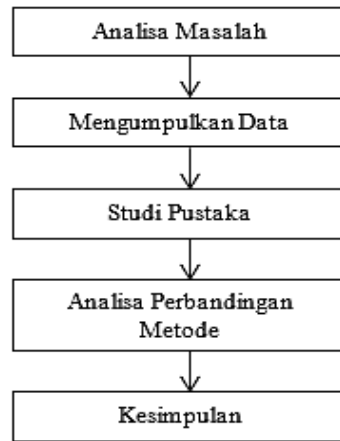
Penelitian mengenai pendekatan Teorema Bayes dan Case Based Reasoning telah banyak dilaksanakan sebagai tolok ukur untuk penelitian ini. Salah satunya dilakukan oleh Razky Josefa dan tim pada tahun 2019 yang menginvestigasi penerapan metode CBR untuk mendiagnosa penyakit pneumonia pada anak. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa CBR dapat efektif digunakan dalam mendiagnosa penyakit pneumonia. Dalam kasus tertentu, pneumonia ringan memiliki kemiripan tertinggi dengan kasus lama, mencapai nilai 47,1% [8]. Joan Angelian dan rekan-rekan pada tahun 2020 melakukan penelitian yang menerapkan Teorema Bayes dalam pengembangan sistem pakar untuk angrek hitam. Temuan penelitian ini mengidentifikasi empat jenis hama yang mengganggu angrek hitam, seperti siput telanjang, ulat, belalang, dan semut. Selain itu, empat penyakit yang menyerang angrek hitam juga diidentifikasi, antara lain penyakit bercak coklat, penyakit layu fusarium, penyakit busuk lunak, dan penyakit busuk akar[9]. Desi Andreswari dan tim pada tahun 2022 melakukan penelitian dengan membandingkan metode Case Based Reasoning dan Certainty Factor untuk mendiagnosa hama dan penyakit pada tanaman padi. Hasil penelitian menunjukkan akurasi 100% pada pengujian fungsional sistem melalui Black Box Testing. Dalam pengujian dengan 48 data uji dan 48 data latih, metode Case Based Reasoning memiliki 43 kesamaan, sementara metode Certainty Factor memiliki 40 kesamaan. Uji efektivitas menggunakan confusion matrix menunjukkan bahwa metode Case Based Reasoning memiliki akurasi sebesar 89,40%, sedangkan metode Certainty Factor sebesar 83,48% [10]. M. Romi dan tim pada tahun 2020 menyelidiki sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman bougenville dengan menggunakan metode Teorema Bayes. Berdasarkan hasil perhitungan, dapat disimpulkan bahwa penyakit layu bakteri dengan kode P001 mendapatkan nilai sebesar 66,66% [11]. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Dirja dan kawan-kawan pada tahun 2019, menganalisis perbandingan antara Teorema Bayes dan Certainty Factor untuk mendiagnosa penyakit tanaman kakao. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa "Busuk Buah" memiliki probabilitas sekitar 82% dalam Teorema Bayes dan 79% dalam Certainty Factor, "Akar Coklat" sekitar 3% dalam Teorema Bayes dan 18% dalam Certainty Factor, "Akar Merah" sekitar 75% dalam Teorema Bayes dan 78% dalam Certainty Factor, serta "Akar Coklat" sekitar 79% dalam Teorema Bayes dan 85% dalam Certainty Factor[12].

Dengan demikian, jurnal ini tidak hanya akan membahas perkembangan dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman tomat melalui sistem pakar, tetapi juga memberikan wawasan yang berharga tentang efektivitas dua metode yang berbeda dalam menerapkan kecerdasan buatan dalam dunia pertanian. Kesimpulannya, pemahaman yang lebih mendalam tentang cara sistem pakar dapat memperbaiki diagnosa penyakit pada tanaman tomat dan perbandingan antara Teorema Bayes dan CBR diharapkan akan meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan dalam budidaya tanaman tomat dan pertanian secara umum.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Studi ini menyajikan suatu kerangka kerja yang menunjukkan langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian ini. Prosedur penelitian tersebut ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

Penjelasan dari gambar 2 tahapan penelitian sebagai berikut:

- a. **Analisa Masalah**
Analisa masalah adalah proses mengidentifikasi, memahami, dan menganalisis masalah untuk menentukan akar penyebabnya, dampaknya, dan solusi yang mungkin.
- b. **Mengumpulkan Data**
Mengumpulkan data adalah proses pengumpulan informasi yang relevan untuk menganalisis masalah.
- c. **Studi Pustaka**
Studi pustaka adalah penelitian dan analisis sumber-sumber tertulis yang ada sebelumnya untuk mendukung penelitian atau pemahaman tentang suatu topik.
- d. **Analisa Perbandingan Metode**
Analisis dan perbandingan metode adalah proses memilih metode terbaik untuk mengatasi masalah dengan membandingkan berbagai pendekatan yang mungkin. Tujuannya adalah untuk memilih metode yang paling efektif dalam mengatasi masalah yang ada. Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Teorema Bayes dan metode *Case Base Reasoning*.
- e. **Laporan Penelitian**
Tahap terakhir dalam proses penelitian adalah menyusun laporan penelitian setelah penelitian selesai. Pada tahap ini, hasil-hasil penelitian yang relevan dipilih untuk dimasukkan ke dalam laporan, yang mencakup data, temuan, dan informasi yang telah dikumpulkan dan dianalisis selama proses penelitian

2.2 Sistem Pakar

Sistem Pakar adalah sebuah jenis sistem kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang dirancang untuk meniru kemampuan manusia dalam mendiagnosa masalah, memberikan solusi, dan membuat keputusan dalam bidang tertentu. Sistem ini memanfaatkan pengetahuan yang spesifik dan basis pengetahuan yang telah diprogram untuk mengatasi masalah dan tugas-tugas yang kompleks dalam suatu domain tertentu[13][14].

Sistem pakar dalam konteks teknologi informasi adalah perangkat lunak komputer yang mengemulasi kemampuan pemecahan masalah seorang ahli. Sistem pakar memiliki kapasitas yang lebih besar dalam simulasi dibandingkan dengan simulasi biasa, yang terbatas pada pengumpulan data empiris dalam domain yang terbatas. Beberapa sektor seperti manufaktur, hukum, bidang medis, dan hukum mendapat manfaat dari implementasi sistem pakar. Sebagai contoh, sistem pakar medis dapat memberikan bantuan kepada para profesional kesehatan dalam proses diagnosis penyakit dengan mempertimbangkan variabel-variabel seperti gejala, riwayat medis pasien, dan hasil tes laboratorium[15][16].

2.3 Penyakit Tanaman Tomat

Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*) adalah tanaman tumbuhan yang berasal dari keluarga Solanaceae. Tanaman tomat dikenal sebagai tanaman budidaya yang menghasilkan buah tomat, yang digunakan dalam berbagai masakan dan produk makanan di seluruh dunia. Buah tomat biasanya berbentuk bulat, meskipun ada berbagai varietas yang dapat menghasilkan buah dengan bentuk, ukuran, dan warna yang berbeda. Tomat dikenal sebagai sumber utama vitamin C, asam folat, dan antioksidan seperti likopen yang bermanfaat bagi kesehatan manusia. Namun, tanaman tomat juga rentan terhadap serangan penyakit dan hama yang dapat mengurangi hasil panen dan kualitas buahnya, sehingga perlindungan dan pemantauan yang cermat diperlukan dalam budidaya tanaman tomat.

Penyakit pada tanaman tomat disebabkan oleh mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan virus. Faktor lingkungan, tanah yang tidak sehat, dan kebersihan lingkungan memengaruhi kerentanan tanaman terhadap penyakit. Pemilihan varietas tahan penyakit, rotasi tanaman, dan perawatan yang baik juga penting. Dalam budidaya, pemantauan cermat dan penggunaan pestisida yang tepat dapat mengendalikan penyakit.

2.4 Metode Teorema Bayes

Metode yang dikenal sebagai Teorema Bayes pertama kali dikembangkan oleh seorang pendeta Inggris bernama Thomas Bayes pada tahun 1763. Kemudian, metode ini diperbaiki dan disempurnakan oleh seorang ahli yang bernama Laplace. Mereka menyatakan bahwa pendekatan ini bertujuan untuk menghitung kemungkinan suatu peristiwa dengan mempertimbangkan pengaruh dari lingkungan dan data yang tersedia. Teorema ini awalnya diciptakan untuk mengestimasi probabilitas berdasarkan informasi masa lalu dan kemudian diperluas untuk mengidentifikasi parameter tambahan[17][18][19]. Berikut adalah algoritma penerapan metode Teorema Bayes[20]:

- a. Menggunakan data sampel yang sudah terkumpul, langkah pertama adalah mengalkulasi probabilitas setiap bukti terhadap setiap hipotesis dengan menggunakan rumus Probabilitas Bayes, sebagaimana dijelaskan di bawah ini:

$$P(H|E) = \frac{P(E|H) \cdot P(H)}{P(E)} \quad (1)$$

- b. Dengan data sampel yang ada, rumus berikut diterapkan untuk menghitung probabilitas setiap bukti terhadap setiap hipotesis:

$$\sum_{k=1}^n P(E|H_k) = G_1 + \dots + G_n \quad (2)$$

- c. Rumus untuk menghitung probabilitas setiap hipotesis, tanpa mempertimbangkan data pendukung, adalah sebagai berikut:

$$P(H_i|E) = \frac{P(E|H_i)}{\sum_{k=1}^n P(E|H_k)} \quad (3)$$

- d. Saat menilai probabilitas hipotesis, menggunakan rumus berikut untuk mengevaluasi bukti dengan mengalikan probabilitas awal bukti dengan probabilitas hipotesis tanpa bukti, lalu menjumlahkan hasil perkalian tersebut untuk setiap hipotesis.

$$\sum_{k=1}^n P(H_i) \cdot P\left(\frac{E}{H_i}\right) = P(H_i) \cdot P(E|H_i) + \dots + P(H_i) \cdot P(E|H_i) \quad (4)$$

- e. Rumus untuk menghitung $P(H_i|E)$, yaitu kemungkinan bahwa H_i benar dengan adanya bukti E , adalah sebagai berikut:

$$P(H_i|E) = \frac{P(E|H_i) \cdot P(H_i)}{P(E|H_k)} \quad (5)$$

- f. Dalam Teorema Bayes, kesimpulan dihitung dengan mengalikan probabilitas awal bukti ($P(E|H_i)$) dengan probabilitas H_i benar ketika ada bukti E ($P(H_i|E)$), dan hasil perkalian ini kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan nilai kesimpulan.

$$\sum_{k=1}^n \text{bayes} = P(E|H_i) \cdot P(H_i|E) + \dots + P(E|H_i) \cdot P(H_i|E) \quad (6)$$

2.5 Metode Case Base Reasoning

Case-Based Reasoning (CBR) adalah metode kecerdasan buatan yang memanfaatkan pengetahuan dan pengalaman dari kasus-kasus sebelumnya untuk menyelesaikan masalah. Dalam CBR, masalah dipecahkan dengan mencari analogi dalam basis data kasus, menyesuaikan solusi dari kasus-kasus sebelumnya, dan mengaplikasikannya pada masalah yang sedang dihadapi[21]. Pendekatan diagnostik Case-Based Reasoning membandingkan contoh baru dengan yang sudah ada. Untuk hasil optimal, penting memperbarui basis data kasus secara berkala dengan informasi terbaru. Dalam pendekatan ini, ada empat langkah dalam metode pemecahan masalah, seperti dijelaskan berikut[22]:

- a. *Retrieve*

Mencari kasus yang relevan dalam basis data kasus yang dapat digunakan sebagai referensi, baik dengan pencarian manual atau elektronik.

- b. *Reuse*

Mencocokkan solusi dari masalah saat ini dengan menggunakan contoh-contoh dari kasus relevan. Pada tahap ini, analisis kasus sebelumnya dilakukan, solusi yang sesuai dipilih, dan dapat dimodifikasi jika diperlukan.

- c. *Revise*

Menganalisis jawaban yang dihasilkan dan memperbaikinya jika perlu. Pada tahap ini, solusi yang disajikan dievaluasi dan dimodifikasi untuk perbaikan.

- d. *Retain*

Mengarsipkan kasus-kasus baru dan solusi yang dihasilkan dalam basis data kasus untuk penggunaan masa depan. Pada tahap ini, kasus-kasus baru dan solusi yang efektif disimpan dalam basis data kasus untuk referensi di masa mendatang.

Tindakan-tindakan di atas membentuk siklus dalam case-based reasoning. Setelah siklus selesai, basis data kasus diperbarui dengan kasus dan solusi baru untuk menjaga keakuratan hasil pada tahap pengambilan. Kualitas basis data kasus memiliki dampak signifikan pada kinerja CBR, dan jenis serta volume data yang disimpan perlu diperhatikan. Selama pengambilan kasus sebelumnya, tingkat kesamaan antara kasus baru dan yang ada akan dihitung menggunakan fungsi kesamaan untuk menentukan kesamaan atau perbedaan[23]. Nilai kesamaan dihitung dengan rumus berikut:

$$Similarity = \frac{S1*W1+S2*W2+\dots+Sn*Wn}{W1+W2+\dots+Wn} \tag{7}$$

Keterangan:

S menunjukkan similarity (tingkat kesamaan) dengan skala 1 (identik) dan 0 (berlainan)

W mengindikasikan Weight (bobot yang diberikan).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Permasalahan

Sebelum dapat menentukan jenis penyakit yang sedang diderita seseorang, adalah penting untuk memiliki pemahaman yang komprehensif tentang variasi penyakit pada tanaman tomat penting sebelum mendiagnosis penyakit. Informasi dikumpulkan dari berbagai sumber, seperti spesialis, buku, jurnal, dan berkaitan dengan gejala penyakit. Berikut tabel 1 merupakan jenis penyakit pada tanaman Tomat.

Tabel 1. Jenis Penyakit Pada Tanaman Tomat

Kode Penyakit	Nama Penyakit
PT01	Layu Fusarium
PT02	Layu Bakteri
PT03	Mozaik
PT04	Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV)

Tabel 2. Data Kepakaran Tanaman Tomat

Kode Gejala	Nama Gejala	Nilai Kepastian			
		PT01	PT02	PT03	PT04
GT01	Tangkai daun berwarna putih	0,6	-	-	-
GT02	Daun berubah warna menjadi kuning	0,6	0,8	0,8	0,8
GT03	Tanaman tampak lemah	0,4	0,6	-	0,4
GT04	Tanaman Layu dengan cepat	0,4	0,4	-	-
GT05	Bercak-bercak berwarna hijau kekuningan muncul di permukaan batang	-	0,8	-	-
GT06	Daun-daun menunjukkan pola mosaik dengan bercak-bercak kuning dan hijau	-	-	0,8	-
GT07	Pertumbuhan tanaman terhambat	-	-	0,4	0,8
GT08	Buah memiliki bercak-bercak warna yang tidak normal	-	-	0,6	-
GT09	Daun mengering dan gugur	0,8	0,8	-	-
GT10	Daun-daun yang terinfeksi cenderung menggulung ke atas dan ke dalam	-	-	-	0,8
GT11	Daun-daun menjadi kaku	-	-	-	0,8

Tabel 2 menampilkan data keparakan gejala penyakit tanaman tomat, dengan kode gejala, nama gejala, dan nilai penilaian untuk setiap gejala terkait empat jenis penyakit (PT01, PT02, PT03, PT04). Beberapa gejala mencakup tanaman yang tampak lemah, daun yang mengering dan gugur, serta gejala khusus seperti tangkai daun berwarna putih dan daun yang menggulung ke atas dan ke dalam, yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis penyakit tanaman tomat mungkin terjadi pada tanaman.

Tabel 3. Nilai Persentasi Kepastian

Tingkat Persentase	Nilai Kemungkinan
0% - 50%	Sedikit kemungkinan
51% - 79%	Kemungkinan
80% - 99%	Kemungkinan Besar
100%	Sangat Yakin

Tabel 3 adalah panduan tingkat kepastian yang mengelompokkan nilai persentase menjadi empat kategori: 0% - 50% sebagai sedikit kemungkinan, 51% - 79% sebagai kemungkinan, 80% - 99% sebagai

kemungkinan besar, dan 100% sebagai sangat yakin. Ini membantu menyederhanakan penilaian tingkat keyakinan dalam suatu konteks.

Tabel 4. Gejala Dan Nilai Yang Dirasakan User

Kode Gejala	Gejala	Nilai
GT02	Daun berubah warna menjadi kuning	0,6
GT03	Tanaman tampak lemah	0,8
GT07	Pertumbuhan tanaman terhambat	0,6
GT08	Buah memiliki bercak-bercak warna yang tidak normal	0,8
GT10	Daun-daun yang terinfeksi cenderung menggulung ke atas dan ke dalam	0,6
GT11	Daun-daun menjadi kaku	0,6

Tabel 4 berisi gejala yang dirasakan oleh pengguna dengan nilai-nilai yang berkaitan. Ini memberikan gambaran tentang sejauh mana pengguna merasakan gejala, dengan gejala seperti daun kuning, tanaman lemah, pertumbuhan terhambat, buah bercak, daun menggulung, dan daun kaku memiliki nilai-nilai masing-masing.

3.2 Penerapan Metode Teorema Bayes

Perhitungan dilaksanakan pada setiap gejala setelah pengguna merespons pertanyaan konsultasi. Berikut adalah langkah-langkah dalam menerapkan metode Teorema Bayes:

a. Menetapkan nilai probabilitas dari masing-masing gejala

1. PT01 - Layu Fusarium

$$P[H]1 = \frac{0,6}{0,6+0,6+0,4+0,4+0,8} = \frac{0,6}{2,8} = 0,21$$

$$P[H]2 = \frac{0,6}{0,6+0,6+0,4+0,4+0,8} = \frac{0,6}{2,8} = 0,21$$

$$P[H]3 = \frac{0,4}{0,6+0,6+0,4+0,4+0,8} = \frac{0,4}{2,8} = 0,14$$

$$P[H]4 = \frac{0,4}{0,6+0,6+0,4+0,4+0,8} = \frac{0,4}{2,8} = 0,14$$

$$P[H]5 = \frac{0,8}{0,6+0,6+0,4+0,4+0,8} = \frac{0,8}{2,8} = 0,29$$

Silakan terapkan perhitungan yang sama untuk penyakit otitis eksterna dan otitis interna. Hasil dari perhitungan probabilitas hipotesis masing-masing gejala dapat ditemukan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Probabilitas Hipotesa

PT01		PT02		PT03		PT04	
Kode Gejala	Nilai	Kode Gejala	Nilai	Kode Gejala	Nilai	Kode Gejala	Nilai
GT01	0,21	GT02	0,24	GT02	0,31	GT02	0,22
GT02	0,21	GT03	0,18	GT06	0,31	GT03	0,11
GT03	0,14	GT04	0,12	GT07	0,15	GT07	0,22
GT04	0,14	GT05	0,24	GT08	0,23	GT10	0,22
GT09	0,29	GT09	0,24			GT11	0,22

b. Mencari nilai probabilitas evidence

1. PT01 – Layu Fusarium

$$\sum_{i=1}^n P[E|H]_i * P[H]_i = (0 * 0,21) + (0,6 * 0,21) + (0,8 * 0,14) + (0 * 0,14) + (0 * 0,29) = 0,24$$

$$P[H|E]1 = \frac{0*0,21}{0,24} = \frac{0}{0,24} = 0$$

$$P[H|E]2 = \frac{0,6*0,21}{0,24} = \frac{0,13}{0,24} = 0,53$$

$$P[H|E]3 = \frac{0,8*0,14}{0,24} = \frac{0,11}{0,24} = 0,47$$

$$P[H|E]4 = \frac{0*0,14}{0,24} = \frac{0}{0,24} = 0$$

$$P[H|E]5 = \frac{0*0,29}{0,24} = \frac{0}{0,24} = 0$$

$$\sum_{i=1}^n Bayes = ((0 * 0,6) + (0,53 * 0,6) + (0,47 * 0,4) + (0 * 0,4) + (0 * 0,8)) * 100% = 51%$$

2. PT02 – Layu Bakteri

$$\sum_{i=1}^n P[E|H]_i * P[H]_i = (0,6 * 0,24) + (0,8 * 0,18) + (0 * 0,12) + (0 * 0,24) + (0 * 0,24) = 0,28$$

$$P[H|E]1 = \frac{0,6*0,24}{0,28} = \frac{0,14}{0,28} = 0,5$$

$$P[H|E]2 = \frac{0,8*0,18}{0,28} = \frac{0,14}{0,28} = 0,5$$

$$P[H|E]3 = \frac{0*0,12}{0,28} = \frac{0}{0,28} = 0$$

$$P[H|E]4 = \frac{0*0,24}{0,28} = \frac{0}{0,28} = 0$$

$$P[H|E]5 = \frac{0*0,24}{0,28} = \frac{0}{0,28} = 0$$

$$\sum_{i=1}^n Bayes = ((0,5 * 0,8) + (0,5 * 0,6) + (0 * 0,4) + (0 * 0,8) + (0 * 0,8)) * 100\% = 70\%$$

3. PT03 – Mozaik

$$\sum_{i=1}^n P[E|H]_i * P[H]_i = (0,6 * 0,31) + (0 * 0,31) + (0,6 * 0,15) + (0,8 * 0,23) = 0,46$$

$$P[H|E]1 = \frac{0,6*0,31}{0,46} = \frac{0,18}{0,46} = 0,4$$

$$P[H|E]2 = \frac{0*0,31}{0,46} = \frac{0}{0,46} = 0$$

$$P[H|E]3 = \frac{0,6*0,15}{0,46} = \frac{0,09}{0,46} = 0,2$$

$$P[H|E]4 = \frac{0,8*0,23}{0,46} = \frac{0,18}{0,46} = 0,4$$

$$\sum_{i=1}^n Bayes = ((0,4 * 0,6) + (0 * 0) + (0,2 * 0,6) + (0,4 * 0,8)) * 100\% = 68\%$$

4. PT04 - Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV)

$$\sum_{i=1}^n P[E|H]_i * P[H]_i = (0,6 * 0,22) + (0,8 * 0,11) + (0,6 * 0,22) + (0,6 * 0,22) + (0,6 * 0,22) = 0,62$$

$$P[H|E]1 = \frac{0,6*0,22}{0,62} = \frac{0,13}{0,62} = 0,21$$

$$P[H|E]2 = \frac{0,8*0,11}{0,62} = \frac{0,09}{0,62} = 0,14$$

$$P[H|E]3 = \frac{0,6*0,22}{0,62} = \frac{0,13}{0,62} = 0,21$$

$$P[H|E]4 = \frac{0,6*0,22}{0,62} = \frac{0,13}{0,62} = 0,21$$

$$P[H|E]5 = \frac{0,6*0,22}{0,62} = \frac{0,13}{0,62} = 0,21$$

$$\sum_{i=1}^n Bayes = ((0,21 * 0,6) + (0,14 * 0,8) + (0,21 * 0,6) + (0,21 * 0,6) + (0,21 * 0,6)) * 100\% = 63\%$$

Setelah melakukan perhitungan dengan menggunakan metode Teorema Bayes, hasilnya menunjukkan bahwa nilai tertinggi atau probabilitas tertinggi untuk penyakit yang sedang diidentifikasi adalah 0,70 atau setara dengan 70%.

3.3 Penerapan Metode Case Base Reasoning

Berikut adalah langkah-langkah dalam menerapkan metode Case Based Reasoning:

a. Penyakit Layu Fusarium

Tabel 6. Pencarian Kasus Baru Pada Jenis Penyakit Layu Fusarium

Kode Gejala	Gejala Kasus Lama	Kode Gejala	Gejala Kasus Baru
GT01	Tangkai daun berwarna putih	GT02	Daun berubah warna menjadi kuning
GT02	Daun berubah warna menjadi kuning	GT03	Tanaman tampak lemah
GT03	Tanaman tampak lemah	GT07	Pertumbuhan tanaman terhambat
GT04	Tanaman Layu dengan cepat	GT08	Buah memiliki bercak-bercak warna yang tidak normal
GT09	Daun mengering dan gugur	GT10	Daun-daun yang terinfeksi

Kode Gejala	Gejala Kasus Lama	Kode Gejala	Gejala Kasus Baru
			cenderung menggulung ke atas dan ke dalam
		GT11	Daun-daun menjadi kaku

Menurut tabel 6, kasus sebelumnya dan kejadian saat ini memiliki 2 gejala yang sama, termasuk daun berubah warna menjadi kuning (GT02) dan tanaman tampak lemah (GT03).

$$Similarity (1) = \frac{S1*W1+S2*W2+\dots+S_n*W_n}{W1+w2+\dots+W_n} = \frac{(0*0,6)+(1*0,6)+(1*0,4)+(0*0,4)+(0*0,8)}{0,6+0,6+0,4+0,4+0,8} = \frac{1}{2,8} = 0,36 = 36\%$$

b. Penyakit Layu Bakteri

Tabel 7. Pencarian Kasus Baru Pada Jenis Penyakit Layu Bakteri

Kode Gejala	Gejala Kasus Lama	Kode Gejala	Gejala Kasus Baru
GT02	Daun berubah warna menjadi kuning	GT02	Daun berubah warna menjadi kuning
GT03	Tanaman tampak lemah	GT03	Tanaman tampak lemah
GT04	Tanaman Layu dengan cepat	GT07	Pertumbuhan tanaman terhambat
GT05	Bercak-bercak berwarna hijau kekuningan muncul di permukaan batang	GT08	Buah memiliki bercak-bercak warna yang tidak normal
GT09	Daun mengering dan gugur	GT10	Daun-daun yang terinfeksi cenderung menggulung ke atas dan ke dalam
		GT11	Daun-daun menjadi kaku

Menurut tabel 7, kasus sebelumnya dan kejadian saat ini memiliki 2 gejala yang sama, termasuk daun berubah warna menjadi kuning (GT02) dan tanaman tampak lemah (GT03).

$$Similarity (2) = \frac{S1*W1+S2*W2+\dots+S_n*W_n}{W1+w2+\dots+W_n} = \frac{(1*0,8)+(1*0,6)+(0*0,4)+(0*0,8)+(0*0,8)}{0,6+0,4+0,4+0,8+0,8} = \frac{1,4}{3,4} = 0,41 = 41\%$$

c. Penyakit Mozaik

Tabel 8. Pencarian Kasus Baru Pada Jenis Penyakit Layu Bakteri

Kode Gejala	Gejala Kasus Lama	Kode Gejala	Gejala Kasus Baru
GT02	Daun berubah warna menjadi kuning	GT02	Daun berubah warna menjadi kuning
GT06	Daun-daun menunjukkan pola mosaik dengan bercak-bercak kuning dan hijau	GT03	Tanaman tampak lemah
GT07	Pertumbuhan tanaman terhambat	GT07	Pertumbuhan tanaman terhambat
GT08	Buah memiliki bercak-bercak warna yang tidak normal	GT08	Buah memiliki bercak-bercak warna yang tidak normal
		GT10	Daun-daun yang terinfeksi cenderung menggulung ke atas dan ke dalam
		GT11	Daun-daun menjadi kaku

Menurut tabel 8, kasus sebelumnya dan kejadian saat ini memiliki 3 gejala yang sama, termasuk daun berubah warna menjadi kuning (GT02), pertumbuhan tanaman terhambat (GT07), dan buah memiliki bercak-bercak warna yang tidak normal (GT08).

$$Similarity (3) = \frac{S1*W1+S2*W2+\dots+S_n*W_n}{W1+w2+\dots+W_n} = \frac{(1*0,8)+(0*0,8)+(1*0,4)+(1*0,6)}{0,8+0,8+0,4+0,6} = \frac{1,8}{2,6} = 0,69 = 69\%$$

d. Penyakit Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV)

Tabel 9. Pencarian Kasus Baru Pada Jenis Penyakit Layu Bakteri

Kode Gejala	Gejala Kasus Lama	Kode Gejala	Gejala Kasus Baru
GT02	Daun berubah warna menjadi kuning	GT02	Daun berubah warna menjadi kuning
GT03	Tanaman tampak lemah	GT03	Tanaman tampak lemah
GT07	Pertumbuhan tanaman terhambat	GT07	Pertumbuhan tanaman terhambat
GT10	Daun-daun yang terinfeksi cenderung menggulung ke atas dan ke dalam	GT08	Buah memiliki bercak-bercak warna yang tidak normal
GT11	Daun-daun menjadi kaku	GT10	Daun-daun yang terinfeksi cenderung menggulung ke atas dan ke dalam
		GT11	Daun-daun menjadi kaku

Menurut tabel 9, kasus sebelumnya dan kejadian saat ini memiliki 5 gejala yang sama, termasuk daun berubah warna menjadi kuning (GT02), tanaman tampak lemah (GT03), pertumbuhan tanaman terhambat (GT07), daun-daun yang terinfeksi cenderung menggulung ke atas dan ke dalam (GT10), dan daun-daun menjadi kaku (GT11).

$$Similarity (4) = \frac{S1*W1+S2*W2+\dots+Sn*Wn}{W1+w2+\dots+Wn} = \frac{(1*0,8)+(1*0,4)+(1*0,8)+(1*0,8)+(1*0,8)}{0,8+0,4+0,8+0,8+0,8} = \frac{3,6}{3,6} = 1,00 = 100\%$$

3.4 Analisis Hasil Persentase

Tabel 10 di bawah ini menunjukkan hasil nilai persentase diagnosis penyakit pada tanaman tomat menurut kedua pendekatan yang digunakan di atas.

Tabel 10. Hasil Persentase

Jenis Penyakit	Teorema Bayes	Case Base Reasoning
Layu Fusarium	51%	36%
Layu Bakteri	70%	41%
Mozaik	68%	69%
Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV)	63%	100%

Tabel 10 memperlihatkan hasil persentase keberhasilan Teorema Bayes dan Case Base Reasoning dalam mendiagnosis empat jenis penyakit tanaman tomat. Dari data tersebut, terlihat bahwa Case Base Reasoning memiliki tingkat keberhasilan yang rendah dalam mendiagnosis Layu Fusarium dan Layu Bakteri dibandingkan dengan Teorema Bayes. Namun, Case Base Reasoning lebih unggul dalam mendiagnosis Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV), mencapai tingkat keberhasilan 100%, sementara Teorema Bayes mencapai 63%. Di sisi lain, dalam kasus penyakit Mozaik, kedua metode hampir sebanding dalam tingkat keberhasilan mereka. Hasil ini dapat membantu petani atau peneliti untuk memilih metode yang paling efektif dalam mendiagnosis jenis penyakit tanaman tomat yang mereka hadapi.

4. KESIMPULAN

Dari hasil yang tercantum penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa perbandingan keberhasilan Teorema Bayes dan Case-Based Reasoning dalam mendiagnosis empat jenis penyakit tanaman tomat menunjukkan perbedaan yang signifikan. Case-Based Reasoning menunjukkan tingkat keberhasilan yang rendah dalam mendiagnosis Layu Fusarium dan Layu Bakteri dibandingkan dengan Teorema Bayes, menandakan bahwa Teorema Bayes lebih andal dalam mengenali kedua penyakit tersebut. Namun, Case-Based Reasoning unggul dalam mendiagnosis Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV) dengan tingkat keberhasilan 100%, sedangkan Teorema Bayes mencapai 63%. Dalam kasus penyakit Mozaik, keduanya memiliki tingkat keberhasilan yang sebanding, menunjukkan bahwa keduanya dapat menjadi pilihan yang baik untuk diagnosis penyakit ini. Kesimpulannya, pemilihan metode harus disesuaikan dengan jenis penyakit yang dihadapi petani atau peneliti, dengan Teorema Bayes cocok untuk Layu Fusarium dan Layu Bakteri, Case-Based Reasoning menjadi pilihan utama untuk TYLCV, dan keduanya menjadi opsi yang layak untuk Mozaik. Hasil ini memberikan panduan praktis bagi pemangku kepentingan dalam pertanian untuk memilih metode yang paling efektif dalam mendiagnosis penyakit pada tanaman tomat, berpotensi meningkatkan hasil panen dan kualitas buah tomat secara keseluruhan.

REFERENCES

- [1] J. Jailani, "Pengaruh pemberian pupuk kompos terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill)," *Serambi Sainia J. Sains dan Apl.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–8, 2022.
- [2] N. Afrilandha and M. R. Setiawati, "Pengaruh kombinasi nutrisi anorganik dan pupuk hayati terhadap populasi azotobacter sp, kandungan klorofil, serapan n, dan hasil tanaman tomat pada sistem hidroponik," *Agrin*, vol. 22, no. 1, pp. 66–75, 2019.
- [3] K. Aeni, "Penerapan Metode Forward Chaining Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Hama dan Penyakit Padi," *INTENSIF J. Ilm. Penelit. dan Penerapan Teknol. Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 79–86, 2018.
- [4] H. Hafizah, "Sistem Pakar Untuk Pendiagnosaan Karies Gigi Menggunakan Teorema Bayes," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD*, vol. 4, no. 1, pp. 103–111, 2021.
- [5] D. Nofriansyah, R. Gunawan, and E. Elfitriani, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Pertussis (Batuk Rejan) Dengan Menggunakan Metode Teorema Bayes," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD*, vol. 3, no. 1, pp. 41–54, 2020.
- [6] Y. F. Astrawinata, J. Triono, and P. Utomo, "Sistem Pakar Penentuan Penempatan Karyawan Terhadap Bidang Pekerjaan Berbasis Web Dengan Metode Case Based Reasoning Studi Kasus CV. Mitra Teknik," *J. Inf. Technol. Ampera*, vol. 2, no. 2, pp. 90–104, 2021.
- [7] H. A. Rahman, "Sistem Pakar dalam Mendeteksi Kerusakan Laptop dengan Metode Case Based Reasoning," *J. Sistim Inf. dan Teknol.*, pp. 71–76, 2020.
- [8] R. Josefa, R. Sovia, and E. P. Mandala, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pneumonia Pada Anak Menggunakan Metode Case Based Reasoning," *Sainteks*, vol. 6, no. ISBN : 978-602-52720-1-1, pp. 868–872, 2019.
- [9] J. A. Widians, N. Puspitasari, and A. A. M. Putri, "Penerapan Teorema Bayes dalam Sistem Pakar Anggrek Hitam," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 15, no. 2, p. 75, 2020, doi: 10.30872/jim.v15i2.4604.
- [10] D. Andreswari, J. P. Sari, and S. Irwanda, "Analisis Perbandingan Metode Case Base Reasoning (Cbr) Dan Certainty Factor (Cf) Pada Sistem Pakar Diagnosis Hama Pengganggu Dan Penyakit Pada Tanaman Padi," *J. Rekutsif*, vol. 10, no. 2, pp. 129–141, 2022.
- [11] M. R. Fadillah, B. Andika, and D. Saripurna, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Dan Hama Penyerang Tanaman Bougenville Dengan Metode Teorema Bayes," *J. SAINTIKOM (Jurnal Sains Manaj. Inform. dan Komputer)*, vol. 19, no. 1, p. 88, 2020, doi: 10.53513/jis.v19i1.229.
- [12] D. N. Ilham, H. Rudi, and A. Candra, "Analisis Perbandingan Penerapan Metode Bayes dan Certainty Factor Untuk Mendiagnosis Penyakit Tanaman Kakao," vol. 3, no. 1, pp. 21–29, 2019.
- [13] B. H. Hayadi, *Sistem pakar*. Deepublish, 2018.
- [14] R. Hardianto and C. Kusuma, "Rancang Bangun Sistem Pakar Penentuan Kepribadian," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 45–51, 2019.
- [15] M. A. Pratama *et al.*, "Expert System Mendiagnosa Kerusakan Pada Sepeda Motor Vespa Jenis Kongo 1965 Menggunakan Metode Dempster Shafer Pada Bengkel Scooter Bongkar Servizio," *J. Cyber Tech*, vol. 1, no. 3, 2021.
- [16] A. Supiandi and D. B. Chandradimuka, "Sistem Pakar Diagnosa Depresi Mahasiswa Akhir Dengan Metode Certainty Factor Berbasis Mobile," *J. Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 102–111, 2018.
- [17] G. W. N. Wibowo, S. Widiastuti, M. Muratno, E. Lolang, and S. Soraya, "Penerapan Metode Teorema Bayes Dalam Mendiagnosa Penyakit Tuberculosis," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 4, pp. 1782–1788, 2023.
- [18] P. S. Ramadhan, "Sistem Pakar Pendeteksian Psoriasis Postular Menggunakan Kombinasi Teorema Bayes Dengan Euclidean Probability," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 4, no. 2, pp. 111–118, 2019.
- [19] D. Setiawan, R. N. Putri, and R. Suryanita, "Perbandingan Algoritma Genetika dan Backpropagation pada Aplikasi Prediksi Penyakit Autoimun," *Khazanah Inform. J. Ilmu Komput. Dan Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 21–27, 2019.
- [20] P. S. Ramadhan and S. Nurarif, "Penerapan Teorema Bayes Untuk Mediagnosa Defisiensi Imun," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 14, no. 2, pp. 103–110, 2019.
- [21] A. H. Nasyuha, Y. Syahra, M. I. Perangin-Angin, D. R. Habibie, and A. A. Subagyo, "Sistem Pakar Dalam Mendiagnosis Penyakit Leishmaniasis Menerapkan Metode Case-Based Reasoning (CBR)," *J. MEDIA Inform. BUDIDARMA*, vol. 7, no. 2, pp. 747–755, 2023.
- [22] Z. A. Faisal, "Sistem pakar diagnosa penyakit ayam petelur menggunakan metode case based reasoning berbasis web," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 3, no. 2, pp. 126–132, 2019.
- [23] N. J. Telambanua, N. Nofriadi, and A. Dermawan, "Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Penyakit Mata Menerapkan Metode Case Based Reasoning," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 570–580, 2022.