



## Penerapan Metode Hybrid Case Based dalam Diagnosis Penyakit pada Tanaman Karet

Lucky Suriyah Ningsih, Sahat Parulian Sitorus, Rahmadani Pane

Prodi Teknologi Informasi, Fakultas: Sains dan Teknologi, Universitas Labuhanbatu, Rantauprapat, Indonesia

luckysuriyah@gmail.com<sup>1</sup>, sahatparuliansitorus4@gmail.com<sup>2</sup>, rahmadanipane@gmail.com<sup>3</sup>

Email Penulis Korespondensi: sahatparuliansitorus4@gmail.com

**Abstrak**-Usaha karet menggunakan tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) sebagai pasokan utama bahan baku, menjadikannya tanaman komersial yang menguntungkan. Namun, penyakit dapat merusak tanaman karet dan mencegahnya tumbuh dan menghasilkan getah karet. Untuk mengurangi kerugian yang timbul, sangat penting untuk membangun sistem pakar yang efisien untuk mengenali infeksi pada tanaman karet. Sistem pakar adalah program komputer yang diciptakan untuk mensimulasikan kecerdasan manusia dalam memecahkan masalah dan menganalisis dalam topik tertentu. Dalam situasi ini, penyakit pada tanaman karet diidentifikasi menggunakan sistem pakar. Teknik Hybrid Case-Based, yang menggabungkan manfaat metode Case-Based Reasoning (CBR) dan metodologi lainnya, adalah strategi yang berhasil untuk konstruksi sistem pakar. Dalam pendekatan Hybrid Case-Based, CBR digabungkan dengan pendekatan lain seperti Rule-Based Reasoning (RBR). Teknik Hybrid Case-Based menggunakan informasi yang ada dalam basis kasus saat ini serta aturan dan model yang diakui dalam konteks pendeteksian penyakit pada tanaman karet. Hal ini memungkinkan sistem pakar untuk melakukan diagnosis dengan akurasi yang tinggi dan memberikan solusi yang tepat. Keunggulan dari Metode Hybrid Case Based antara lain adalah kemampuannya dalam menangani situasi yang kompleks dan menemukan solusi yang optimal. Dengan mengintegrasikan berbagai pendekatan, metode ini dapat mengatasi kelemahan masing-masing metode secara individual. Selain itu, pendekatan Hybrid Case-Based memungkinkan peningkatan kinerja umum sistem pakar, yang mengarah pada hasil yang lebih baik dalam diagnosis penyakit pada tanaman karet. Tujuan dari penelitian ini adalah menggunakan pendekatan hybrid case-based untuk menciptakan sistem pakar dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman karet. Diharapkan bahwa penelitian ini akan menghasilkan sistem pakar yang berguna dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman karet, yang akan mendukung petani dalam menyelesaikan masalah kesehatan tanaman karet. Signifikansi dari penelitian ini berasal dari seberapa pentingnya menjaga sumber daya karet dan menciptakan ekonomi karet yang berkelanjutan. Para petani dapat dengan cepat mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk menghentikan penyebaran penyakit dan mengurangi kerugian produksi ketika terdapat sistem pakar yang tersedia yang mampu mengidentifikasi infeksi pada tanaman karet dengan akurat. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi landasan bagi pengembangan sistem pakar di bidang pertanian dan penyakit tanaman lainnya. Hasil dari penelitian ini metode Hybrid Case Based mampu melakukan diagnosis terhadap penyakit pada tanaman karet, diketahui bahwa tanaman karet tersebut sedikit kemungkinan mengalami jenis penyakit Jamur Akar Putih dengan nilai persentasi sebesar 76%.

**Kata Kunci:** Tanaman Karet; Metode Hybrid Case Based; Sistem Pakar

**Abstract**-Rubber cultivation utilizing *Hevea brasiliensis* as the primary source of raw material has established itself as a profitable commercial crop. However, diseases can damage rubber plants and hinder their growth and latex production. To mitigate the resulting losses, it is crucial to develop an efficient expert system for identifying infections in rubber plants. An expert system is a computer program designed to simulate human intelligence in problem-solving and analysis within a specific domain. In this scenario, diseases in rubber plants are identified using an expert system. The Hybrid Case-Based technique, which combines the benefits of Case-Based Reasoning (CBR) method with other methodologies, has proven to be a successful strategy for constructing expert systems. In the Hybrid Case-Based approach, CBR is integrated with other approaches such as Rule-Based Reasoning (RBR). The Hybrid Case-Based technique utilizes information from the existing case base, as well as recognized rules and models, in the context of disease detection in rubber plants. This enables the expert system to diagnose with high accuracy and provide appropriate solutions. The advantages of the Hybrid Case-Based method include its ability to handle complex situations and find optimal solutions. By integrating various approaches, this method overcomes the weaknesses of each individual method. Furthermore, the Hybrid Case-Based approach allows for an overall improvement in the performance of the expert system, resulting in better outcomes in diagnosing diseases in rubber plants. The objective of this research is to utilize the hybrid case-based approach to create an expert system for identifying diseases in rubber plants. It is expected that this research will yield a useful expert system in identifying diseases in rubber plants, which will support farmers in addressing rubber plant health issues. The significance of this research stems from the importance of preserving rubber resources and creating a sustainable rubber economy. When a readily available expert system is capable of accurately identifying infections in rubber plants, farmers can swiftly take necessary steps to halt disease spread and reduce production losses. Additionally, this research can serve as a foundation for developing expert systems in the field of agriculture and other plant diseases. The results of this research indicate that the Hybrid Case-Based method is capable of diagnosing diseases in rubber plants, revealing a low likelihood of White Root Rot disease in the rubber plants with a percentage value of 76%.

**Keywords:** Rubber Plants; Hybrid Case-Based Method; Expert System

### 1. PENDAHULUAN

Salah satu tanaman utama dalam bisnis komoditas di Indonesia adalah budidaya tanaman karet[1]. Berdasarkan kesimpulan penelitian ini, upaya harus dilakukan untuk meningkatkan produksi lateks karet, yang kini menjadi mesin ekonomi utama Indonesia[2][3]. Namun, beberapa penyakit dapat berpotensi mengganggu tanaman karet. Jamur, serangga, hewan, dan bahkan sel-sel ganas dapat menyebabkan penyakit yang dapat merusak tanaman karet. Bisnis perkebunan karet dapat mengalami kerugian akibat penyakit-penyakit ini[4]. Penurunan produksi



lateks karet dapat disebabkan oleh kurangnya kesadaran petani karet akan tanda-tanda penyakit yang mengganggu tanaman karet. Meskipun seorang ahli pertanian mampu mengidentifikasi berbagai penyakit yang merusak tanaman karet, perlu dilakukan upaya untuk melibatkan jasa mereka guna mengidentifikasi tanda-tanda penyakit tersebut. Mengingat Indonesia adalah negara agraris dan industri karet merupakan sektor ekonomi yang signifikan, perkembangan tanaman karet di sana sedang berlangsung dengan cepat[5].

Karet digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai macam produk untuk rumah tangga, bisnis, mainan, dan otomotif, termasuk peralatan masak, perabot, aksesoris, tas dan sepatu karet sintetis, pelindung karet, dan mainan anak-anak[4]. Selain itu, pohon karet memiliki manfaat dalam menyerap gas buang dan menghasilkan lebih banyak oksigen dibandingkan dengan tanaman lainnya[6].

Meskipun ada setidaknya 2.500 spesies tanaman di dunia yang dapat menghasilkan lateks, *Hevea brasiliensis* adalah satu-satunya yang saat ini digunakan secara komersial untuk membuat karet alami. Karena karet alami memiliki karakteristik mekanik yang berbeda dengan karet sintetis, seperti daya tahan yang lebih tinggi terhadap sobek, karet alami menyumbang sekitar setengah dari total produksi karet di dunia. Asia Tenggara menyumbang 93% dari produksi karet alami di dunia, dengan Indonesia menjadi produsen terbesar kedua setelah Thailand[7][8].

Studi ini bertujuan untuk menggunakan pendekatan hybrid case-based dalam diagnosis penyakit pada tanaman karet. Penyakit pada tanaman karet dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan bagi para petani dan mengurangi produktivitas tanaman. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang efisien dan akurat untuk mendeteksi dan mendiagnosa penyakit pada tahap awal sehingga tindakan pencegahan dan pengobatan yang tepat dapat segera dilakukan. Mengingat dampak ekonomi dan lingkungan yang serius akibat penyakit pada pohon karet, penelitian ini sangat mendesak. Salah satu produk pertanian yang penting bagi ekonomi dan industri karet di banyak negara adalah tanaman karet. Namun, penyakit pada tanaman karet dapat sangat merugikan keuntungan petani dan mengancam pasokan karet dunia.

Sebuah perangkat lunak yang disebut sistem pakar dapat meniru proses berpikir seorang ahli manusia dan menyelesaikan masalah yang biasanya ditangani oleh para ahli. Sistem pakar sering kali mendapatkan informasinya dari para ahli dalam bidang tertentu[9][10][11]. Secara teoritis, program komputer yang dibuat untuk memberikan solusi yang akurat, sebanding dengan apa yang biasanya dilakukan oleh para profesional, dapat menggantikan aktivitas penting yang dilakukan oleh seorang ahli. Sistem pakar sering digunakan untuk memberikan saran, menganalisis data, membuat diagnosis, dan membantu dalam pengambilan keputusan[12].

Sistem pakar diimplementasikan menggunakan berbagai teknik yang berbeda, seperti Backward Chaining, Teorema Bayes, Forward Chaining, Faktor Keyakinan, dan banyak lagi[11]. Teknik Hybrid Case-Based dipilih untuk implementasi sistem pakar dalam penelitian ini. Pendekatan Hybrid Case-Based dipilih karena selain lebih akurat daripada teknik tunggal, juga berhasil mengatasi masalah-masalah yang kompleks seperti sistem pemantauan real-time, diagnosis penyakit, dan sistem desain pesawat[13][14]. Arsitektur berbasis kasus ini dapat digunakan oleh para ahli untuk membantu mendiagnosa penyakit dan memberikan ide-ide untuk pengobatannya. Hal ini menunjukkan bahwa peran ahli tidak digantikan, tetapi justru ditingkatkan karena mungkin ada alternatif yang sesuai yang perlu diperhitungkan[15].

Referensi mengenai penerapan penelitian ini dapat ditemukan dalam sejumlah penelitian sebelumnya. Pendekatan Hybrid Case-Based untuk diagnosis rinderpest dijelaskan dalam sebuah makalah tahun 2019 yang ditulis oleh Nuraida Br Ginting dkk. Menurut perhitungan dalam penelitian ini, pendekatan tersebut mampu mendiagnosa rinderpest dengan akurasi sebesar 0,85 atau 85%[16]. Agung Laksamana melakukan studi lebih lanjut pada tahun 2020 menggunakan pendekatan Hybrid Case-Based untuk mengidentifikasi penyakit corolla. Contoh kasus 2 diagnosis corolla mendapatkan skor 93,02, atau 93% kebenaran, berdasarkan perhitungan kesamaan dalam penelitian ini[14]. Penggunaan pendekatan Hybrid Case-Based dalam sistem pakar untuk mendiagnosa obesitas dijelaskan dalam penelitian selanjutnya oleh Fauzi Erwis dkk. pada tahun 2022. Dengan menggunakan data gejala sampel yang digunakan dalam penelitian ini, diagnosis yang tepat dibuat, menghasilkan diagnosis yang menunjukkan risiko tinggi terhadap diabetes tipe 2 dan persentase pengukuran kesamaan sebesar 77%[17]. Rizky Delilah Rambe melakukan penelitian lebih lanjut pada tahun 2019 mengenai diagnosis kanker usus besar pada manusia menggunakan pendekatan Hybrid Case-Based. Dengan kesamaan maksimum yang dihitung mendekati 44% berdasarkan contoh-contoh, perhitungan menggunakan metode ini menyimpulkan bahwa ada kemungkinan rendah bahwa pasien menderita kanker usus besar[18]. Pilipus Tarigan menyelesaikan penelitian lebih lanjut pada tahun 2018 yang mencakup sistem pakar untuk mendeteksi disentri dengan menggunakan pendekatan Hybrid Case-Based. Nilai persentase sebesar 78% diperoleh untuk diagnosis disentri dalam sistem pakar yang menggunakan teknik hybrid case-based. Oleh karena itu, cukup mungkin untuk didiagnosis dengan disentri berdasarkan hasil pengujian ini[19].

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah program komputer yang dibuat untuk mensimulasikan keterampilan pemecahan masalah seorang ahli manusia. Sistem pakar seringkali mendapatkan keahlian dan pengalaman mereka dari para ahli



manusia yang sesungguhnya. Mereka memeriksa data dan informasi yang disediakan dan menawarkan solusi atau saran berdasarkan informasi yang telah dipelajari menggunakan teknik kecerdasan buatan seperti logika, inferensi, pemrosesan bahasa alami, dan pembelajaran mesin[9][20]. Dua elemen penting dalam sebuah sistem pakar adalah lingkungan konsultasi dan lingkungan pengembangan. Lingkungan pengembangan sistem pakar adalah tempat komponen pengembangan dan basis pengetahuan dikembangkan. Lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna non-ahli untuk mendapatkan panduan atau konsultasi[21].

Sistem pakar adalah perangkat lunak komputer yang mensimulasikan keterampilan penilaian seorang ahli. Simulasi, yang hanya membutuhkan data yang sesuai di dalam suatu domain atau konteks tertentu, jauh lebih lemah daripada emulasi. Aplikasi sistem pakar dapat ditemukan dalam berbagai industri, termasuk manufaktur, hukum, keuangan, dan medis. Sebagai contoh, sistem pakar medis dapat membantu para klinisi mendiagnosis penyakit dengan mempertimbangkan gejala, riwayat medis pasien, dan hasil tes laboratorium. Sistem pakar manufaktur dapat membantu dalam menemukan dan menyelesaikan masalah dengan mesin produksi[22].

## 2.2 Penyakit Pada Tanaman Karet

Seperti sebagian besar tanaman perkebunan lainnya, tanaman karet rentan terhadap beberapa penyakit yang disebabkan oleh jamur, hama, hewan, dan bahkan sel-sel ganas. Bisnis perkebunan karet dapat mengalami kerugian akibat penyakit-penyakit ini. Namun, produksi lateks karet dapat mengalami penurunan karena kurangnya pemahaman para petani karet tentang tanda-tanda penyakit yang mempengaruhi tanaman karet. Sejak tahun 1601, karet (*Hevea Brasiliensis*), tanaman industri dengan pohon berbatang lurus, telah ditanam[23].

Pohon karet ini menghasilkan lateks karet cair berwarna putih, yang memberikan warna pada karet. Penyadapan digunakan untuk mengambil lateks karet dari pohon karet. Karet digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai produk, termasuk ban kendaraan, peralatan rumah tangga, sepatu dan tas yang terbuat dari karet sintesis, pelindung karet, dan mainan anak-anak. Pohon karet juga memiliki manfaat dalam menyerap gas buang dan menghasilkan jumlah oksigen yang tidak sebanding dengan tanaman lainnya[2].

Di seluruh provinsi di Indonesia, industri pengolahan karet tetap menjadi industri utama. Oleh karena itu, upaya harus dilakukan untuk meningkatkan produksi lateks karet sebagai penggerak ekonomi utama. Seorang ahli atau profesional di bidang pertanian dapat mengidentifikasi berbagai penyakit yang mempengaruhi tanaman karet. Namun, menggunakan jasa seorang ahli pertanian untuk mendiagnosis tanda-tanda penyakit dalam setiap kegiatan produksi lateks karet membutuhkan lebih banyak pekerjaan[24].

## 2.3 Metode Hybrid Case Based

Reasoning berbasis aturan (RBR) dan reasoning berbasis kasus (CBR) adalah dua pendekatan yang digabungkan untuk menciptakan reasoning berbasis kasus hybrid. RBR melibatkan aturan logis, masing-masing dihasilkan dari tinjauan literatur dan pengetahuan profesional tanpa mempertimbangkan instansi-partikular yang dihadapi. Di sisi lain, CBR adalah metode pemecahan masalah yang bergantung pada identifikasi tren atau keadaan yang pernah terjadi di masa lalu. Ada empat tahap formal yang terdiri dari CBR, yaitu retrieve (mengambil), reuse (menggunakan kembali), modify (memodifikasi), dan retain (menyimpan)[25][26].

Metode berbasis database seperti pengelompokan (clustering) dan ANOVA, yang terdiri terutama dari representasi molekuler dan koefisien kesamaan, menggunakan pengukuran kesamaan sebagai alat. Fungsi yang disebut pengukuran kesamaan mengambil dua titik dan menghitung seberapa mirip keduanya. Nilai kesamaan adalah hasil dari penilaian kesamaan tersebut. Persepsi yang sesuai dengan seperangkat aturan yang menerima kemiripan mereka dikenal sebagai nilai kesamaan. Nilai-nilai kesamaan mengindikasikan seberapa dekat jarak antara dua tempat. Ada beberapa cara untuk mengestimasi kesamaan, termasuk metode Jaccard, Hamming, dan kosinus[27][28]

- a. Indeks yang disebut Jaccard Similarity mengukur seberapa mirip dua set data satu sama lain. Ini dibuat dengan membagi gabungan irisan dua set oleh irisan kedua set tersebut. Rumus Jaccard Similarity umumnya adalah sebagai berikut :

$$J(A, B) = \frac{A \cap B}{A \cup B} \quad (1)$$

Dimana :

A = Himpunan A

B = Himpunan B

$A \cap B$  = Irisan himpunan A dengan B

$A \cup B$  = Gabungan himpunan A dengan B

- b. Salah satu subset yang lebih kecil dari kumpulan rumus yang digunakan dalam analisis informasi adalah Hamming Distance, yang merupakan metrik yang digunakan untuk membandingkan dua urutan biner. Rumus Hamming secara khusus memungkinkan komputer untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan. Dua rangkaian karakter dengan panjang yang sama sering kali dibandingkan dengan menggunakan Hamming Distance. Nilai Hamming akan bertambah setiap kali terdapat karakter yang berbeda pada posisi yang sama. Sebagai contoh, huruf "e" dalam kata "ramen" berbeda dengan "ramon" pada posisi yang sama, sehingga memberikan nilai Hamming sebesar 1 untuk urutan karakter "ramen" dan "ramon".



- c. Sudut kosinus antara dua vektor, dalam contoh ini teks atau data biner, dihitung melalui fungsi kosinus. Hal ini terlihat dari rumusnya. Metrik ini sering digunakan dalam klasifikasi penambahan data, pembelajaran mesin, dan pengambilan informasi.

$$\text{Similarity (A, B)} = \frac{|A \cdot B|}{|A| \cdot |B|} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_{in} \cdot B_{in})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2 \cdot \sum_{i=1}^n B_i^2}} \tag{2}$$

Dimana :

A = Himpunan A

B = Himpunan B

|A| = Jumlah nilai anggota himpunan A

|B| = Jumlah nilai anggota himpunan B

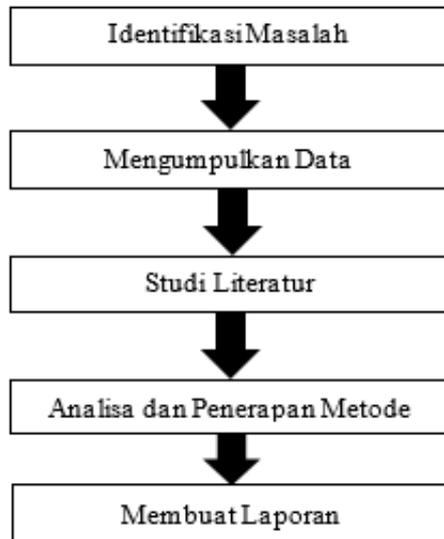
A<sub>in</sub> = Nilai anggota himpunan ke-n dari himpunan A

B<sub>in</sub> = Nilai anggota himpunan ke-n dari himpunan B

Fungsi Kesamaan Kosinus mengembalikan nilai antara 0 dan 1. Sudut antara dua vektor akan semakin kecil jika nilainya semakin besar, dan semakin besar nilainya, maka semakin mirip teks yang dibandingkan tersebut.

### 2.4 Tahapan Penelitian

Kerangka kerja yang disediakan oleh penelitian ini berfungsi sebagai gambaran langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian untuk mencapai tujuan penelitian. Tindakan-tindakan yang dilakukan selama proses penelitian digambarkan dalam Gambar 1.



**Gambar 1.** Tahapan Penelitian

- a. Identifikasi Masalah  
Penyakit pada tanaman karet menjadi masalah serius yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi dan mengganggu produktivitas tanaman. Penting untuk mengembangkan sistem diagnosa yang efisien dan akurat guna mengidentifikasi penyakit pada tahap awal sehingga langkah-langkah pengendalian dapat diambil dengan cepat. Oleh karena itu, implementasi metode Hybrid Case Based menjadi solusi yang menarik untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman karet.
- b. Pengumpulan Data  
Pengumpulan data akan dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari kasus-kasus penyakit yang pernah terjadi pada tanaman karet sebelumnya. Data ini dapat berupa gejala penyakit, faktor lingkungan terkait, dan langkah-langkah pengendalian yang telah diambil. Selain itu, data juga akan dikumpulkan dari tanaman karet yang terinfeksi penyakit dengan mencatat gejala yang muncul dan kondisi pertumbuhan tanaman.
- c. Studi Literatur  
Studi literatur akan dilakukan untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang berbagai penyakit yang umumnya menyerang tanaman karet. Sumber-sumber literatur yang relevan seperti jurnal ilmiah, buku referensi, dan publikasi terkait akan diteliti untuk memperoleh informasi tentang gejala, penyebab, dan teknik diagnosa yang ada. Studi literatur juga akan membantu dalam memahami metode Hybrid Case Based yang telah diimplementasikan dalam konteks diagnosa penyakit pada tanaman karet.
- d. Analisa dan Penerapan Metode  
Pendekatan Hybrid Case-Based akan digunakan untuk mengevaluasi dan menginterpretasikan data yang telah dikumpulkan pada tingkat ini. Pendekatan ini memanfaatkan informasi dari kasus penyakit sebelumnya dan



teknik pengolahan data komputer yang canggih. Model atau sistem yang dikembangkan dari penelitian ini akan mampu mengidentifikasi penyakit pada tanaman karet berdasarkan gejala yang terlihat.

e. Laporan Penelitian

Laporan penelitian akan mencakup seluruh proses penelitian, mulai dari identifikasi masalah hingga hasil analisis dan penerapan metode Hybrid Case Based. Laporan akan menjelaskan tujuan penelitian, metodologi yang digunakan, data yang dikumpulkan, analisis yang dilakukan, serta kesimpulan dan rekomendasi. Laporan penelitian ini akan berfungsi sebagai dokumentasi yang lengkap dan berguna bagi para peneliti, petani, dan pihak-pihak terkait dalam industri karet.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisis Permasalahan

Memahami berbagai variasi atau jenis penyakit pada tanaman karet sangat penting sebelum menentukan jenis penyakit yang dialami seseorang. Pada tahap ini, informasi dikumpulkan dari berbagai sumber, termasuk spesialis, buku, jurnal, dan sumber lainnya. Informasi yang dikumpulkan berkaitan dengan penyelidikan gejala penyakit pada tanaman karet.

**Tabel 1.** Data Kepakaran Penyakit Pada Tanaman Karet

Kode Penyakit	Nama Penyakit
KP01	Jamur Upas
KP02	Jamur Akar Putih
KP03	Kanker Batang
KP04	Gugur Daun Karet

Penelitian ini menggunakan sebuah tabel yang berisi kode dan nama-nama penyakit pada tanaman karet. Tabel 1 memberikan informasi penting tentang empat jenis penyakit yang umumnya menyerang tanaman karet. Dengan memahami kode dan nama-nama penyakit pada tabel ini, penelitian ini akan menggunakan informasi ini sebagai dasar untuk mengimplementasikan metode Hybrid Case Based dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman karet.

**Tabel 2.** Data Gejala-Gejala dari Jenis Penyakit Tanaman Karet

Kode Penyakit	Gejala	Kode Gejala	Nilai Pakar
KP01	Terdapat struktur berbentuk jaring laba-laba yang menyerupai sarang laba-laba	GP01	0,8
	Lateks menetes membentuk jaring yang terbuat dari lateks	GP02	0,6
	Pertumbuhan jamur yang tebal terlihat pada jaringan kulit yang terkena	GP03	0,6
	Jaringan kulit mengalami kerusakan	GP04	0,8
	Pengguguran daun yang prematur	GP05	0,3
	Jaringan yang terinfeksi lebih rentan patah	GP06	0,8
	Warna daun menjadi kuning, kusam, atau coklat	GP07	0,6
	Layu dan kelelahan tanaman	GP08	0,6
KP02	Pembusukan akar, lembek dan mudah rusak	GP09	1
	Penurunan pertumbuhan dan produksi	GP10	0,6
	Adanya aroma tidak sedap disekitar tanaman yang terinfeksi	GP11	0,8
	Badan buah berbentuk setengah lingkaran	GP12	0,6
	Pembengkakan berwarna merah, coklat, atau hitam pada batang	GP13	1
KP03	Terdapat luka atau borok pada batang	GP14	0,8
	Pembusukan jaringan batang	GP15	1
	Penurunan pertumbuhan dan produksi	GP10	0,6
KP04	Gugurnya daun sebelum waktunya	GP05	0,3
	Muncul bercak-bercak kemerahan atau coklat pada daun	GP16	0,8
	Pembusukan pada daun	GP17	1
	Daun tampak lemas, mengeriput, atau mati ujung	GP18	0,8

Tabel 2 mencantumkan tanda-tanda beberapa penyakit yang mempengaruhi tanaman karet beserta bobot penilaian yang diberikan oleh para ahli. Untuk menggunakan teknik Hybrid Case-Based dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman karet, informasi gejala ini untuk penyakit tertentu sangat penting. Dengan menggunakan data ini, sistem akan mampu mendiagnosa masalah pada tanaman karet dengan akurat dengan mengidentifikasi gejala dan memilih kasus yang sesuai.



**Tabel 3.** Terminologi Kepastian

Terminologi Kepercayaan	Bobot
Tentu	1
Sangat Yakin	0,8
Cukup Yakin	0,6
Kurang Yakin	0,3
Tidak	0

Tabel 3 berisi terminologi kepercayaan yang digunakan untuk mengukur tingkat kepastian atau keyakinan terhadap suatu pernyataan, serta bobot yang terkait dengan masing-masing terminologi tersebut. Dengan menggunakan terminologi kepercayaan dan bobot yang terdapat dalam tabel ini, pengambil keputusan atau sistem yang mengandalkan kepercayaan dapat menilai tingkat keyakinan atau kepastian pada pernyataan atau informasi yang diberikan.

**Tabel 4.** Nilai Persentase Kesimpulan

Tingkat Persentase	Nilai
0% - 50%	Tidak mungkin
51% - 79%	Kemungkinan sedikit
80% - 99%	Sangat mungkin
100%	Hasil positif

Tabel ini berisi tentang tingkat persentase yang dikaitkan dengan nilai atau penilaian terkait kemungkinan atau kejadian suatu peristiwa atau penyakit. Tabel ini membantu dalam menggambarkan tingkat keyakinan atau probabilitas terkait dengan hasil atau kejadian tertentu. Dengan menggunakan informasi dalam tabel ini, kita dapat memberikan penilaian atau menggambarkan tingkat kemungkinan atau kepercayaan terkait dengan suatu peristiwa atau penyakit berdasarkan persentase yang diberikan. Hal ini dapat digunakan dalam pengambilan keputusan atau penilaian risiko terkait dengan kesehatan atau kejadian lainnya.

### 3.2 Penerapan Metode Hybrid Case Based

Sangat penting untuk mencocokkan gejala pada tanaman karet yang menunjukkan adanya penyakit sebelum menggunakan pendekatan Hybrid Case-Based. Tabel di bawah ini menunjukkan struktur aturan sistem pakar untuk mengidentifikasi penyakit pada tanaman karet.

**Tabel 5.** Data Gejala Penyakit pada Pohon Karet Berdasarkan Rule

Rule	If	Then
Rule 1	GP01; GP02; GP03; GP04; GP05; GP06	KP01
Rule 2	GP07; GP08; GP09; GP10; GP11; GP12	KP02
Rule 3	GP11; GP13; GP14; GP15	KP03
Rule 4	GP05; GP16; GP17; GP18	KP04

Tabel 5 mencantumkan pedoman untuk menghubungkan gejala dengan penyakit. Untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman karet, digunakan serangkaian pertanyaan berdasarkan gejala yang diamati. Kemudian, dilakukan penilaian kesamaan untuk setiap jenis penyakit berdasarkan kriteria yang tercatat. Aturan-aturan ini berfungsi sebagai rekomendasi bagi sistem diagnostik, yang menghubungkan kemungkinan penyakit dengan gejala yang terlihat pada tanaman karet. Dengan menggunakan aturan ini, sistem dapat melakukan diagnosa berdasarkan gejala yang teramati dan memberikan rekomendasi yang sesuai untuk langkah-langkah pengendalian atau pengobatan yang tepat.

**Tabel 6.** Gejala yang Dimiliki User

Kode Gejala	Gejala	Keterangan	Bobot
GP04	Jaringan kulit membusuk	Kurang Pasti	0,3
GP07	Warna daun menjadi kering, kusam, atau coklat	Hampir Pasti	0,8
GP09	Pembusukan akar, lembek dan mudah rusak	Kurang Pasti	0,3
GP10	Penurunan pertumbuhan dan produksi	Hampir Pasti	0,8
GP12	Adanya aroma tidak sedap disekitar tanaman yang terinfeksi	Cukup Pasti	0,6
GP18	Daun tampak lemas, mengeriput, atau mati ujung	Kurang Pasti	0,3

Nilai persentase kepastian ditunjukkan dalam Tabel 6, dan pemecahan aturan adalah langkah pertama dalam menentukan interval kepercayaan %. Perhitungan dari pengukuran Similarity pada data sampel gejala adalah sebagai berikut :

- a. Perhitungan untuk jenis penyakit jamur upas (KP01)



Terdapat enam tanda penyakit jamur upas, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2: Para ahli memberikan nilai 0,8 untuk penyebaran yang mirip laba-laba, nilai 0,6 untuk tetesan lateks yang berbentuk jaring laba-laba, nilai 0,6 untuk pertumbuhan jamur yang tebal pada jaringan kulit yang terkena, nilai 0,8 untuk pembusukan jaringan kulit, nilai 0,3 untuk pengguguran daun yang prematur, dan nilai 0,8 untuk jaringan yang terinfeksi rentan patah dengan mudah.

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan similitary terhadap KP01.

**Tabel 7.** Perhitungan Bobot Gejala KP01

Kode Gejala	GP01	GP02	GP03	GP04	GP05	GP06
<b>Bobot User</b>	0	0	0	0,3	0	0
<b>Bobor Pakar</b>	0,8	0,6	0,6	0,8	0,3	0,8

$$\begin{aligned} \text{Similarity (KP01)} &= \frac{((0 * 0,8) + (0 * 0,6) + (0 * 0,6) + (0,3 * 0,8) + (0 * 0,3) + (0 * 0,8))}{\sqrt{(0^2 + 0^2 + 0^2 + 0,3^2 + 0^2 + 0^2) * (0,8^2 + 0,6^2 + 0,6^2 + 0,8^2 + 0,3^2 + 0,8^2)}} \\ &= \frac{0,24}{\sqrt{0,09 * 2,73}} = \frac{0,24}{0,50} = 0,48 = 48\% \end{aligned}$$

- b. Perhitungan untuk jenis penyakit jamur akar putih (KP02)

Berdasarkan Tabel 2 terdapat 6 gejala penyakit jamur upas yaitu terdapat warna daun menjadi kuning, kusam, atau coklat dengan nilai pakar 0,6. Layu dan kelelahan tanaman dengan nilai pakar 0,6. Pembusukan akar, lembek dan mudah rusak dengan nilai pakar 1. Penurunan pertumbuhan dan produksi dengan nilai pakar 0,6. Adanya aroma tidak sedap disekitar tanaman yang terinfeksi dengan nilai 0,8. Serta badan buah berbentuk setengah lingkaran dengan nilai pakar 0,6.

**Tabel 8.** Perhitungan Bobot Gejala KP02

Kode Gejala	GP07	GP08	GP09	GP10	GP11	GP12
<b>Bobot User</b>	0,8	0	0,3	0,8	0,6	0,3
<b>Bobor Pakar</b>	0,6	0,6	1	0,6	0,8	0,6

$$\begin{aligned} \text{Similarity (KP02)} &= \frac{((0,8 * 0,6) + (0 * 0,6) + (0,3 * 1) + (0,8 * 0,6) + (0,6 * 0,8) + (0,3 * 0,6))}{\sqrt{(0,8^2 + 0^2 + 0,3^2 + 0,8^2 + 0,6^2 + 0,3^2) * (0,6^2 + 0,6^2 + 1^2 + 0,6^2 + 0,8^2 + 0,6^2)}} \\ &= \frac{1,92}{\sqrt{1,92 * 3,36}} \\ &= \frac{1,92}{2,54} \\ &= 0,76 = 76\% \end{aligned}$$

- c. Perhitungan untuk jenis penyakit kanker batang (KP03)

Berdasarkan Tabel 2 terdapat 4 gejala penyakit kanker batang yaitu pembengkakan berwarna merah, coklat, atau hitam pada batang dengan nilai pakar 1. Terdapat luka atau borok pada batang dengan nilai pakar 0,8. Pembusukan jaringan batang dengan nilai pakar 1. Penurunan pertumbuhan dan produksi dengan nilai pakar 0,6.

**Tabel 9.** Perhitungan Bobot Gejala KP03

Kode Gejala	GP13	GP14	GP15	GP10
<b>Bobot User</b>	0	0	0	0,8
<b>Bobor Pakar</b>	1	0,8	1	0,6

$$\begin{aligned} \text{Similarity (KP03)} &= \frac{((0 * 1) + (0 * 0,8) + (0 * 1) + (0,8 * 0,6))}{\sqrt{(0^2 + 0^2 + 0^2 + 0,8^2) * (1^2 + 0,8^2 + 1^2 + 0,6^2)}} \\ &= \frac{0,48}{\sqrt{0,64 * 3}} \\ &= \frac{0,48}{1,39} \\ &= 0,35 = 35\% \end{aligned}$$

- d. Perhitungan untuk jenis penyakit gugur daun karet (KP04)



Berdasarkan Tabel 2 terdapat 4 gejala penyakit kanker batang yaitu pegugurnya daun sebelum waktunya dengan nilai pakar 0,4. Munculnya bercak-bercak kemerahan atau coklat pada daun dengan nilai pakar 0,8. Pembusukan pada daun dengan nilai pakar 1. Daun tampak lemas, mengeriput, atau mati ujung dengan nilai pakar 0,8.

**Tabel 10.** Perhitungan Bobot Gejala KP04

Kode Gejala	GP05	GP16	GP17	GP18
<b>Bobot User</b>	0	0	0	0,3
<b>Bobor Pakar</b>	0,4	0,8	1	0,8

$$\begin{aligned}
 \text{Similarity (KP04)} &= \frac{((0 * 0,4) + (0 * 0,8) + (0 * 1) + (0,3 * 0,8))}{\sqrt{(0^2 + 0^2 + 0^2 + 0,3^2) * (0,4^2 + 0,8^2 + 1^2 + 0,8^2)}} \\
 &= \frac{0,24}{\sqrt{0,09 * 2,44}} \\
 &= \frac{0,24}{1,23} \\
 &= 0,20 = 20\%
 \end{aligned}$$

Tabel 11 menampilkan hasil penilaian kesamaan untuk setiap kategori penyakit dalam pengujian data contoh.

**Tabel 11.** Hasil Perhitungan Similarity

No.	Kode Penyakit	Nama Penyakit	Hasil	Hasil (Dalam %)
1.	KP01	Jamur Upas	0,48	48%
2.	KP02	Jamur Akar Putih	0,76	76%
3.	KP03	Kanker Batang	0,35	35%
4.	KP04	Gugur Daun Karet	0,20	20%

Berdasarkan Tabel 11, hasil pengujian berdasarkan data gejala yang diberikan pengguna menunjukkan persentase hasil dalam pengukuran kesamaan. Penyakit Akar Putih didiagnosis pada 76% kasus, yang merupakan tingkat tertinggi. Oleh karena itu, Penyakit Akar Putih tidak kemungkinan besar berdampak pada tanaman karet.

#### 4. KESIMPULAN

Metode pakar untuk diagnosis penyakit pada tanaman karet mengenali empat jenis penyakit yang berbeda dan total 18 gejala. Untuk membantu orang menemukan atau mendiagnosis penyakit yang mempengaruhi tanaman karet mereka, langkah pertama dalam mengobati penyakit-penyakit ini sejak dini adalah dengan menyediakan pengobatan mandiri (DIY remedies). Pemeriksaan data gejala saat menggunakan sistem pakar telah berhasil dilakukan dengan menggunakan metodologi hybrid case-based. Hasil dari penelitian ini metode Hybrid Case Based mampu melakukan diagnosis terhadap penyakit pada tanaman karet, diketahui bahwa tanaman karet tersebut sedikit kemungkinan mengalami jenis penyakit Jamur Akar Putih dengan nilai persentasi sebesar 76%. Sebagai konsekuensinya, diharapkan bahwa temuan diagnosis ini akan membantu komunitas untuk lebih mudah mengidentifikasi infeksi pada tanaman karet dan mengambil langkah proaktif untuk mencegah kerugian bagi semua pihak yang terlibat.

#### REFERENCES

- [1] H. A. Dalimunthe, P. H. Prihanto, and E. Achmad, "Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi karet di Kecamatan Jaluko Kabupaten Muaro Jambi (studi kasus Desa Muhajirin)," e-Jurnal Ekon. Sumberd. dan Lingkung., vol. 10, no. 2, pp. 81–90, 2021.
- [2] G. ZHAFIRA, "ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PRODUKSI GETAH KARET DI AREAL HUTAN KEMASYARAKATAN (HKm) MANGGA MULYO KABUPATEN WAY KANAN," 2019.
- [3] R. Ambarwati, "Respon ekspor karet alam Indonesia." Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah ..., 2019.
- [4] H. Hendrawan, A. Haris, E. Rasywir, and Y. Pratama, "Diagnosis Penyakit Tanaman Karet dengan Metode Fuzzy Mamdani," J. Parad. UBSI, vol. 22, no. 2, pp. 132–138, 2020.
- [5] D. Darmawan, V. Genua, S. Kristianto, and J. I. B. Hutubessy, Tanaman perkebunan prospektif Indonesia. Penerbit Qiara Media, 2021.
- [6] J. Junaidi, "Transformasi Sistem Pemanenan Latex Tanaman Karet," J. Budid. Pertan., vol. 16, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- [7] A. Fadil, "Proses Pengolahan Thin Brown Crepe Di Perusahaan Daerah Perkebunan Kahyangan Kebun Sumberwadung Silo-Jember," 2022.
- [8] E. B. R. Tarigan, "Analisis Efisiensi Pemasaran Bahan Olahan Karet Rakyat (Bokar) di Desa Sungai Geringging,



- Kecamatan Kampar Kiri, Kabupaten Kampar.” Universitas Islam Riau, 2018.
- [9] B. H. Hayadi, *Sistem pakar*. Deepublish, 2018.
- [10] H. Sastypratiwi and R. D. Nyoto, “Analisis Data Artikel Sistem Pakar Menggunakan Metode Systematic Review,” *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelit. Inform., vol. 6, no. 2, pp. 250–257, 2020.*
- [11] P. S. Ramadhan, M. Kom, U. F. S. Pane, and M. Kom, *Mengenal Metode Sistem Pakar*. Uwais Inspirasi Indonesia, 2018.
- [12] 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.*
- [13] H. Hapipuddin and M. Syahrizal, “Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Pelagra Menerapkan Metode Hybrid Case Based,” *J. Inf. Syst. Res., vol. 2, no. 1, pp. 35–39, 2020.*
- [14] A. L. SP, “Sistem pakar mendiagnosa penyakit kolera menerapkan metode hybrid case based,” *Heal. Contemp. Technol. J., vol. 1, no. 1, pp. 13–19, 2020.*
- [15] M. Zunaidi, U. F. S. S. Pane, and A. H. Nasyuha, “Analisis Teorema Bayes Dalam Mendiagnosa Penyakit Tanaman Pisang,” *J. Media Inform. Budidarma, vol. 5, no. 4, pp. 1302–1308, 2021.*
- [16] N. B. Ginting, G. Ginting, and N. Silalahi, “Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Sampar Menggunakan Metode Hybrid Case Based,” *J. Media Inform. Budidarma, vol. 3, no. 1, p. 65, 2019.*
- [17] F. Erwis, D. Suherdi, A. Pranata, and A. H. Nasyuha, “Penerapan Metode Hybrid Case Base Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Obesitas,” *J. MEDIA Inform. BUDIDARMA, vol. 6, no. 1, pp. 378–385, 2022.*
- [18] R. D. Rambe, “Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Kanker Usus Besar Pada Manusia Dengan Menerapkan Metode Hybrid Case Based,” *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer), vol. 6, no. 6, pp. 606–611, 2020.*
- [19] P. Tarigan, “Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Disentri Dengan Menggunakan Metode Hybrid Case Based,” *JTIK (Jurnal Tek. Inform. Kaputama), vol. 2, no. 1, pp. 105–114, 2018.*
- [20] N. Sulardi and A. Witanti, “Sistem Pakar Untuk Diagnosis Penyakit Anemia Menggunakan Teorema Bayes,” *J. Tek. Inform., vol. 1, no. 1, pp. 19–24, 2020.*
- [21] D. Maulina, “Metode Certainty Factor Dalam Penerapan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Anak,” *J. Inf. Syst. Manag., vol. 2, no. 1, pp. 23–32, 2020.*
- [22] I. R. Simanungkalit and B. Sinaga, “Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Ayam Kampung Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web,” *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf., vol. 4, no. 6, pp. 390–396, 2021.*
- [23] H. Sulistiani, I. Darwanto, and I. Ahmad, “Penerapan Metode Case Based Reasoning dan K-Nearest Neighbor untuk Diagnosa Penyakit dan Hama pada Tanaman Karet,” *JEPIN (Jurnal Edukasi Dan Penelit. Inform., vol. 6, no. 1, pp. 23–28, 2020.*
- [24] F. Achmad, A. C. Farhani, P. Febriyanto, and J. Jerry, “Pengaruh usia tanaman karet terhadap analisa diagnosa lateks pada klon RRIM 921,” *J. Sci. Appl. Technol., vol. 5, no. 1, pp. 1–8, 2021.*
- [25] M. Fauzan, “Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Kandungan Kemih Dengan Menerapkan Metode Hybrid Case Base,” *Inf. dan Teknol. Ilm., vol. 7, no. 3, pp. 264–268, 2020.*
- [26] C. F. Idris, “Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Polio Menerapkan Metode Hybrid Case Based,” *J. Comput. Syst. Informatics, vol. 1, no. 1, pp. 15–19, 2019.*
- [27] S. Safri, “Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Kraniofaringioma Dengan Menggunakan Metode Hybrid Case Based,” *Inf. dan Teknol. Ilm., vol. 7, no. 1, pp. 51–57, 2019.*
- [28] Oktari, N., Mesran, M., Utomo, D. P., Aripin, S., & Karim, A. (2022). Penerapan Metode Operational Competitiveness Rating Analysis (OCRA) Dalam Penerimaan Karyawan Perjanjian Kerja Waktu Tertentu (PKWT). *Journal of Information System Research (JOSH)*, 3(3), 218-226.