

Sistem Pakar Mendiagnosis Hama Pada Tanaman Salacca Zalacca (Salak) Menggunakan Metode Dempster Shafer

Junior Tarigan¹, Iskandar Zulkarnain², Sri Kusnasari³

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

Email: ¹juniorsayangpb12@gmail.com, ²iskandarzulkarnain.tgd@gmail.com, ³srikusnasari.tgd@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: juniorsayangpb12@gmail.com

Article History:

Received Dec 29th, 2025

Revised Jan 19th, 2026

Accepted Jan 30th, 2026

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakar berbasis desktop yang dapat mendiagnosis hama pada tanaman Salacca zalacca (salak) menggunakan metode Dempster-Shafer. Sistem ini dirancang untuk membantu petani dan ahli pertanian dalam mengidentifikasi jenis hama yang menyerang tanaman salak dengan lebih cepat dan akurat, sehingga dapat mengurangi kerugian yang disebabkan oleh serangan hama. Metode Dempster-Shafer dipilih karena kemampuannya dalam mengolah ketidakpastian dan memberikan tingkat kepercayaan dalam diagnosis yang dihasilkan. Sistem pakar ini dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python dan dilengkapi dengan antarmuka pengguna yang intuitif. Proses diagnosis dilakukan dengan menginput gejala-gejala yang teramati pada tanaman salak, kemudian sistem akan memproses informasi tersebut menggunakan metode Dempster-Shafer untuk memberikan kesimpulan tentang jenis hama yang kemungkinan besar menyerang. Hasil diagnosis ditampilkan dalam bentuk rekomendasi tindakan yang dapat diambil oleh pengguna untuk mengendalikan dan mengatasi serangan hama tersebut. Sistem ini dibangun berbasis Desktop. Dengan adanya sistem ini, diharapkan petani salak dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen mereka melalui pengendalian hama yang lebih efektif dan efisien.

Kata Kunci : Sistem Pakar, Dempster Shafer, Salacca zalacca (salak), Diagnosa Hama, Gejala Penyakit Tanaman.

Abstract

This research aims to develop a desktop-based expert system that can diagnose pests on Salacca zalacca plants using the Dempster-Shafer method. This system is designed to help farmers and agricultural experts identify the types of pests that attack salak plants more quickly and accurately, so as to reduce losses caused by pest attacks. The Dempster-Shafer method was chosen because of its ability to process uncertainty and provide a level of confidence in the resulting diagnosis. This expert system was developed using the Python programming language and is equipped with an intuitive user interface. The diagnosis process is carried out by inputting the symptoms observed on the salak plant, then the system will process this information using the Dempster-Shafer method to provide conclusions about the type of pest that is most likely to attack. The diagnosis results are displayed in the form of recommended actions that can be taken by the user to control and overcome the pest attack. This system is built on a desktop basis. With this system, it is hoped that salak farmers can increase the productivity and quality of their crops through more effective and efficient pest control.

Keyword : Expert System, Dempster Shafer, Salacca zalacca (salacca), Pest Diagnosis, Plant Disease Symptoms.

1. PENDAHULUAN

Salak (*Salacca Zalacca*) merupakan tanaman khas Indonesia, hal ini tercermin dari ragam jenis salak yang dapat ditemukan hampir diseluruh wilayah Indonesia. Tanaman salak berasal dari keluarga palem-paleman yang tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia mulai dari Sumatera hingga Sulawesi. Salak memiliki rasa dan tekstur buah yang berbeda-beda satu sama lainnya[1]

Tanaman Salak termasuk dalam komoditas tanaman perkebunan yang ada di Indonesia. Namun, dalam pembudidayaannya, salak tidak luput dari berbagai permasalahan yang berhubungan dengan hama yang kemungkinan akan menyerang tanaman salak. Jika tanaman salak telah terserang hama, maka hasil panen dan kualitas salak akan menurun yang kemudian akan menimbulkan kerugian yang tidak sedikit bagi petani salak, jika tidak segera ditanggulangi akan merambat luas dan memburuk seiring berjalannya waktu[2].

Intansi Pemerintah Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan dan Holtikultura Provinsi Sumatera Utara adalah penyedia bibit unggul tanaman ataupun buah yang diantaranya adalah bibit salak. Dengan tujuan meningkatkan ketersediaan bibit salak yang berkualitas agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen di Pasar domestik maupun internasional. Akan tetapi, masalah yang ditemukan adalah belum ada yang menyediakan menu konsultasi seperti sistem pakar untuk menangani masalah hama salak pada Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan dan Holtikultura Provinsi Sumatera Utara. Hal ini mengakibatkan sering terjadinya kesulitan untuk mengidentifikasi hama karena tidak mengenali gejala gejalanya. Oleh karena itu, Dinas Ketahanan Pangan membutuhkan sebuah sistem yang efektif untuk melakukan diagnosis hama pada tanaman salak.

Penggunaan Sistem Pakar dalam pertanian telah memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam mendiagnosis masalah pertanian, termasuk hama pada tanaman.

Sistem Pakar merupakan salah satu cabang dari kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), yang merupakan suatu aplikasi komputerisasi yang berusaha menirukan proses penalaran dari seorang ahli dalam memecahkan masalah spesifik dan membuat suatu keputusan atau kesimpulan karena pengetahuannya disimpan di dalam basis pengetahuan untuk diproses pemecahan masalah[3].

Dempster Shafer adalah suatu teori matematika yang berfungsi untuk pembuktian sehingga mendapatkan kalkulasi kemungkinan dari suatu peristiwa berdasarkan belief functions and plausible reasoning (fungsi kepercayaan dan pemikiran yang masuk akal). Teori ini digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi yang terpisah (bukti) dan untuk mengkalkulasi kemungkinan dari suatu peristiwa[4].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian merupakan suatu proses sistematis dan terstruktur dalam mencari kebenaran mengenai suatu fenomena atau fakta yang terjadi. Metode penelitian mencakup perencanaan yang mencakup prosedur, langkah-langkah yang harus diambil, durasi penelitian, serta sumber data. Selain itu, metode ini juga merinci bagaimana data-data tersebut diperoleh, diolah, dan dianalisis.

Adapun metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini mencakup beberapa hal antara lain :

1. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data berupa suatu pernyataan tentang sifat, keadaan, kegiatan tertentu dan sejenisnya. Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan di Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan dan Holtikultura menggunakan 2 cara berikut merupakan uraian yang digunakan:

a. Wawancara

Pengumpulan data dengan melakukan tanya jawab langsung dengan Narasumber yaitu pakar tanaman di Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan dan Holtikultura yaitu Rukito. Sp

b. Observasi

Metode pengumpulan data ini digunakan untuk mendapatkan data yang berkaitan dengan peninjauan langsung ke Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan dan Holtikultura yang bertempat di Jl. Jenderal Besar A.H. Nasution No.6, Pangkalan Masyhur, Kec. Medan Johor, Kota Medan, Sumatera Utara 20219.

Tabel 1 Data Hama Tanaman Salak

Kode	Nama Hama	Solusi
------	-----------	--------

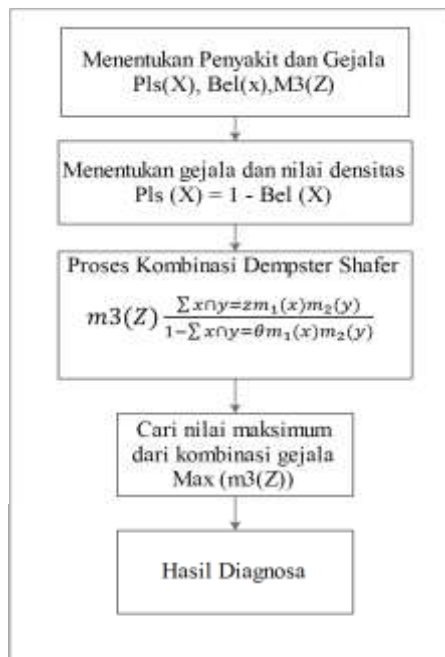
H01	Tikus	- Pengumpanan racun tikus dengan rodentisida akut atau antikoagulan yang dicampur gabah atau beras kemudian diletakkan pada lalulintas tikus. - Pengendalian dengan musuh alami seperti kucing, anjing dan burung hantu. - Membersihkan Semak belukar, membongkar lobang tikus dan perbaikan pematang.
H02	Lalat Buah	- Memusnahkan lalat buah dengan penyemprotan menggunakan insektisida yang bersifat kontak agar tidak menjadi residu dalam buah - Lakukan sanitasi lahan. Tujuannya untuk memutuskan daur hidup lalat buah sehingga perkembangan lalat buah dapat di tekan - Pengasapan, yaitu membakar sampah kering dan dibagian atasnya ditutupi sampah basah agar dapat dihasilkan asap dan tidak sampai terbakar. Kepulan asap yang menyebar ke seluruh bagian tanaman akan mengusir keberadaan hama lalat buah.
H03	Penggerek Buah	- Lakukan pemangkasan pada bagian tanaman yang terinfeksi. Buang bagian-bagian yang terinfeksi atau terlihat tidak sehat, termasuk batang yang terkena serangan penggerek batang. Pastikan untuk membersihkan area di sekitar tanaman untuk mengurangi risiko penyebaran serangga - Gunakan insektisida yang direkomendasikan untuk mengendalikan penggerek batang pada tanaman salak. Pastikan untuk mengikuti petunjuk penggunaan dan dosis yang tepat. Pilihlah insektisida yang aman untuk tanaman, lingkungan, dan manusia - Perangkap feromon dapat digunakan untuk menarik penggerek batang dan mengurangi populasi mereka.

2. Studi Kepustakaan (*Library Research*)

Studi Kepustakaan merupakan salah satu elemen yang mendukung sebagai landasan teoritis peneliti untuk mengkaji masalah yang dibahas. Dalam hal ini, peneliti menggunakan beberapa sumber kepustakaan diantaranya: Buku, Jurnal Nasional, Jurnal Internasional dan Sumber-sumber lainnya yang berkaitan dengan Bidang ilmu Sistem Pakar.

2.2 Penerapan Metode *Dempster Shafer*

Sistem Pakar yang digunakan untuk mendiagnosa hama pada tanaman salak adalah dengan menggunakan metode Dempster Shafer. Berikut ini adalah alur kerja atau alur dari pemecahan permasalahan dengan menggunakan metode *Dempster shafer*[5]



Gambar 1 Alur kerja *Algoritma Dempster shafer*

Berikut penjelasan mengenai Alur kerja *Algoritma Dempster shafer*:

1. Pada awal sistem dijalankan. *User* diharuskan untuk menginput gejala yang dialami sebagai data masukan kesistem untuk diproses.
2. Melakukan proses inisialisasi terhadap *Plausibility* dan *Belief* dengan setiap gejala yang ada.
3. Data gejala yang diinputkan kemudian akan diambil nilai densitasnya dan akan dicari nilai *Belief* dan *Plausibility* dari gejala tersebut.
4. Kemudian dilanjutkan dengan penghitungan kombinasi dari seluruh data gejala yang diterima sistem dengan rumus kombinasi pada *Dempster Shafer*.
5. Selanjutnya dicari nilai maksimum kombinasi gejala baru. Dari nilai maksimum lah akan diperoleh hasil diagnosanya.
6. Hasil diagnosa yang diperoleh dari nilai sebelumnya kemudian ditampilkan oleh sistem

2.3 Sistem Pakar

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[6]

Sistem Pakar adalah suatu sistem yang dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli dalam menjawab pertanyaan dan memecahkan suatu masalah. Dengan sistem pakar ini orang awam pun dapat menyelesaikan masalah yang cukup rumit yang sebenarnya hanya dapat diselesaikan dengan bantuan para ahli.

Sistem Pakar merupakan teknologi berbasis pengetahuan, fakta dan penalaran yang dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah dalam berbagai disiplin ilmu diantaranya adalah masalah diagnosis[7].

Sistem Pakar berasal dari istilah *knowledge based expert system*. Istilah ini muncul karena untuk memecahkan masalah, Sistem Pakar menggunakan pengetahuan seorang pakar yang dimasukkan ke dalam komputer. Seseorang yang bukan pakar menggunakan sistem pakar untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, sedangkan seorang pakar menggunakan sistem pakar untuk *knowledge assistant*

Mendefinisikan Sistem Pakar adalah sebuah sistem yang menggunakan pengetahuan manusia dimana pengetahuan tersebut dimasukkan ke dalam sebuah komputer dan kemudian digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang biasanya membutuhkan kepakaran atau keahlian manusia[8].

Sistem Pakar memiliki berbagai keunggulan dibandingkan kepakaran manusia karena sistem pakar terjangkau, permanen, konsisten, proses yang cepat, dan dapat digandakan. Sedangkan kepakaran manusia mudah rusak, tidak dapat diprediksi, dan mahal serta lambat dalam pemrosesan dan perkembangannya

Dengan Sistem Pakar, Permasalahan yang seharusnya hanya dapat diselesaikan oleh para pakar, dapat diselesaikan oleh orang biasa. Sedangkan, untuk para pakar, Sistem Pakar membantu aktivitas mereka sebagai asisten yang seolah-olah sudah mempunyai banyak pengalaman[9].

2.3.1 Kelebihan dan Kekurangan Sistem Pakar

Dalam suatu sistem pasti memiliki kelebihan dan kekurangan. Dibawah ini akan dijelaskan beberapa kelebihan dan kekurangan dari Sistem Pakar sebagai berikut[10] :

1. Masyarakat yang bukan pakar bisa memanfaatkan keahlian di bidang tertentu tanpa kehadiran langsung seorang ahli
2. Menghemat waktu
3. Mengambil dan Melestarikan keahlian langka
4. Sebagai media pembelajaran
5. Mempunyai kemampuan untuk bekerja dengan informasi yang tidak lengkap dan tidak pasti
6. Dapat digunakan untuk mengakses basis data dengan cara cerdas
7. Bertambahnya efisiensi pekerjaan, serta hasil solusi pekerjaan
8. Pengetahuan dari seorang pakar dapat didokumentasikan tanpa batas waktu.

Selain keuntungan di atas, Sistem Pakar seperti halnya sistem lainnya, juga memiliki kelemahan, diantaranya adalah:

1. Biaya yang diperlukan untuk pembuatan dan pemeliharaan sistem relatif mahal.
2. Berkurangnya daya kerja dan produktivitas manusia karena semua dikerjakan secara otomatis oleh sistem.
3. Sulit dikembangkan karena erat kaitannya dengan ketersediaan para ahli.
4. Harus ada satu admin yang selalu *update* informasi dalam bidang yang sesuai
5. Membutuhkan waktu yang lama untuk mempelajari sistem.

2.3.2 Pemakai Sistem Pakar

Sistem pakar dapat dipakai dan dimanfaatkan oleh:

1. Orang awam yang bukan pakar
Sistem pakar dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kemampuan orang awam dalam memecahkan permasalahan yang biasanya hanya dapat dipecahkan oleh seorang pakar
2. Pakar itu sendiri
Sistem Pakar dapat dimanfaatkan sebagai asisten untuk pakar itu sendiri, mengingat kecepatan dari sistem pakar dalam memecahkan permasalahan dapat melebihi seorang pakar.
3. Pengembangan ilmu pengetahuan
Sistem pakar dapat digunakan untuk menyebarkan dan memperbanyak pengetahuan pakar yang semakin langka.

2.3.3 Ciri-ciri Sistem Pakar

Ciri-ciri sistem pakar adalah sebagai berikut[11]:

1. Terbatas pada domain keahlian tertentu.
2. Dapat memberikan penalaran untuk data yang tidak pasti.
3. Berdasarkan pada kaidah atau rule tertentu.
4. Dirancang untuk dapat dikembangkan secara bertahap.
5. Pengetahuan dan mekanisme inferensi jelas terpisah.

2.4 Metode Dempster Shafer

Metode *Dempster Shafer* pertama kali diperkenalkan oleh Arthur P. Dempster dan Glenn Shafer. Kedua tokoh tersebut melakukan sebuah percobaan ketidakpastian dengan *range* probabilitas daripada sebagai probabilitas tunggal. Kemudian Shafer mempublikasikan teori *Dempster* pada buku yang berjudul *Mathematical Theory of Evident* pada tahun 1976

Dempster Shafer adalah suatu teori matematika yang bertujuan untuk membuktikan berdasarkan belief function dan plausible reasoning (fungsi kepercayaan dan pemikiran yang masuk akal), yang digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi yang terpisah (bukti) untuk mengkalkulasikan kemungkinan dari suatu peristiwa[12].

Berikut merupakan penyelesaian menggunakan metode Dempster Shafer :

Langkah 1 Menentukan Nilai Belief dan Plausibility Dengan Rumus:

$$Pl(H) = 1 - Bel(H) \dots\dots\dots (2.1)$$

Dalam teori *Dempster-Shafer* diasumsikan bahwa hipotesis yang digunakan dikelompokkan ke dalam satu lingkungan (*environment*) tersendiri yang biasa disebut himpunan semesta pembicaraan dari beberapa hipotesis dan diberikan notasi Θ (Teta). Selain itu dikenal juga probabilitas fungsi densitas (m) yang menunjukkan besarnya kepercayaan untuk bukti dari hipotesis tertentu. Adapun fungsi *belief* dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$Bel(X) = \sum_{Y \subseteq X} m(Y) \dots\dots\dots (2.2)$$

Sedangkan, *Plausibility* (Pls) ditentukan sebagai berikut:

$$Pls(X) = 1 - Bel(X) = 1 - \sum_{y=x} m(X) \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

$Bel(X) = Belief(X)$ $Pls(X) = Plausibility$

(X)

$m(X) = mass\ function\ dari\ (X)$ $m(Y) = mass$

$function\ dari\ (Y)$

Plausibility juga bernilai 0 sampai 1, jika benar maka nilai X' dapat dikatakan $Belief(X') = 1$ sehingga dari rumus di atas nilai $Pls(X) = 0$.

Langkah 2 Menghitung nilai kombinasi atau *M Combine* berdasarkan gejala yang dialami

$$m_3(Z) = \sum_X \square_Y - Z m_1(X)m_2(Y) \dots\dots\dots(2.4)$$

Secara umum formulasi untuk *Dempster's Rule of Combination* adalah

$$m_3(Z) = \sum_X \square_Y - Z m_1(X)m_2(Y) \dots\dots\dots(2.5)$$

1-K

Besarnya jumlah *evidential conflict* (k) dirumuskan dengan :

$$K = \sum_X \square_Y - \theta m_1(X)m_2(Y) \dots\dots\dots(2.6)$$

Langkah 3 Menghitung nilai setiap keyakinan berdasarkan kombinasi

$$v_{m_3(z)} = \frac{\sum x \cap Y - z m_1(X)m_2(Y)}{1 - \sum x \cap Y - \theta m_1(X)m_2(Y)}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penerapan Dempster Shafer

Pada analisis kebutuhan input sistem pakar untuk mendiagnosa hama pada tanaman salak menggunakan metode Dempster-Shafer, dibutuhkan data gejala dari setiap hama tanaman salak. Data ini kemudian akan digunakan untuk mengekstraksi aturan dari pakar terkait hama pada tanaman salak tersebut. Hal ini memungkinkan proses pencarian fakta melalui premis-premis yang ada dapat dilakukan secara sistematis. Data dasar yang telah dikumpulkan akan berperan dalam operasional konsultasi dan sebagai bahan representasi pengetahuan. Dalam sistem pakar ini, diagnosis gejala hama pada tanaman salak dibuat dengan menggunakan pengetahuan yang diwakili melalui kaidah produksi.

Tabel 2 Jenis-jenis Hama pada tanaman salak

No.	Kode Hama	Nama Hama
1	H01	Tikus
2	H02	Lalat Buah
3	H03	Penggerek Buah

Tanaman salak dapat diserang oleh berbagai jenis hama yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman. Berikut adalah beberapa gejala yang disebabkan hama yang umumnya dapat menginfeksi tanaman salak:

Tabel 3 Jenis-Jenis Gejala Tanaman salak

Kode Gejala	Gejala
G01	Kerusakan pada tangkai buah
G02	Buah Salak di kerat
G03	Tandan Buah Berlubang
G04	Ada bekas gigitan atau lubang pada buah salak
G05	Rasa Buah Tidak Manis
G06	Buah Sering berguguran
G07	Buah Menjadi busuk dan lunak
G08	Buah Menjadi Kecoklatan
G09	Buah Mengering
G10	Jumlah buah berkurang dalam 1 batang salak

G11	mengalami perubahan warna yang tidak biasa
G12	kualitas buah menjadi buruk
G13	Buah menjadi lebih kecil dari ukuran normal

Basis pengetahuan ini digunakan untuk merancang mesin inferensi berdasarkan aturan yang diperoleh. Dengan memanfaatkan basis pengetahuan ini, mesin inferensi dapat melakukan penalaran dan merumuskan kesimpulan berdasarkan informasi yang diberikan. Basis pengetahuan ini mencakup aturan-aturan yang membimbing proses diagnosa hama pada tanaman. Dengan menentukan gejala-gejala yang teramati, mesin inferensi dapat menganalisis aturan-aturan tersebut untuk mengidentifikasi jenis hama yang mungkin menginfeksi tanaman dan menyajikan solusi berdasarkan nilai persentase hasil diagnosa. Berikut ini merupakan basis pengetahuan untuk menggambarkan perancangan mesin inferensi dari rule yang diperoleh :

Tabel 4 Basis Pengetahuan

Kode Gejala	Nama Gejala	H01	H02	H03
G01	Kerusakan pada tangkai buah			√
G02	Buah Salak di kerat	√		
G03	Tandan Buah Berlubang	√		√
G04	Ada bekas gigitan atau lubang pada buah salak	√		
G05	Rasa Buah Tidak Manis		√	
G06	Buah Sering berguguran		√	
G07	Buah Menjadi Busuk dan Lunak		√	
G08	Buah Menjadi Kecoklatan		√	
G09	Buah Mengering		√	
G10	Jumlah buah berkurang dalam 1 batang salak			√
G11	mengalami perubahan warna yang tidak biasa			√
G12	kualitas buah menjadi buruk			√
G13	Buah menjadi lebih kecil dari ukuran normal			√

3.2.1 Menentukan Gejala dan Nilai Densitas

Memberikan bobot pada gejala melalui inisialisasi nilai densitas adalah suatu metode, di mana bobot tersebut akan diaplikasikan dalam perhitungan kombinasi menggunakan metode Dempster-Shafer. Berikut disajikan tabel berisi rentang nilai densitas untuk hasil diagnosa, yang menggambarkan tingkat kepastian terkait dengan masing-masing gejala.

Tabel 5 Nilai Range Persentase Kemungkinan Hasil Diagnosa

No	Nilai Bobot	Persentase Nilai Densitas	Keterangan
1	1	100%	Sangat Pasti
2	0,75 - 0,99	75%	Pasti
3	0,50 - 0,74	50%	Cukup Pasti
4	<0,50	25%	Kurang Pasti

Tabel berikut menyajikan nilai densitas untuk gejala-gejala yang terkait dengan infestasi hama pada tanaman salak. Data ini diperoleh melalui riset dan wawancara dengan pihak Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan, dan Hortikultura.

Tabel 6 Nilai densitas

No.	Kode Gejala	Gejala	Densitas
1	G01	Kerusakan pada tangkai buah	0.7
2	G02	Buah Salak di kerat	0.7
3	G03	Tandan Buah Berlubang	0.4
4	G04	Ada bekas gigitan atau lubang pada buah salak	0.6

5	G05	Rasa Buah Tidak Manis	0.7
6	G06	Buah Sering berguguran	0.6
7	G07	Buah Menjadi Busuk dan Lunak	0.6
8	G08	Buah Menjadi Kecoklatan	0.7
9	G09	Buah Meringing	0.6
10	G10	Jumlah buah berkurang dalam 1 batang salak	0.5
11	G11	mengalami perubahan warna yang tidak biasa	0.6
12	G12	kualitas buah menjadi buruk	0.6
13	G13	Buah menjadi lebih kecil dari ukuran normal	0.4

3.2.2 Proses Kombinasi Dempster shafer

Proses kombinasi dalam metode Dempster-Shafer adalah tahap di mana gejala-gejala yang terjadi pada tanaman salak digabungkan berdasarkan kesamaan himpunan, dan nilai densitasnya digabungkan menggunakan rumus kombinasi Dempster-Shafer. Dalam mendiagnosis hama pada tanaman salak dengan metode Dempster-Shafer, perhitungan melibatkan penggunaan rumus tertentu untuk menggabungkan informasi atau nilai densitas dari gejala-gejala tersebut:

$$m3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y} m1(X).m2(Y)}{1 - (\sum_{X \cap Y = \emptyset} m1(X).m2(Y))}$$

3.3.4 Pencarian Nilai Maksimum

Tahap akhir dalam proses Dempster-Shafer adalah pencarian nilai maksimum. Pada tahap ini, hasil kombinasi keseluruhan dievaluasi untuk menemukan diagnosa tiap hipotesis dengan nilai tertinggi. Dari nilai tertinggi tersebut, kesimpulan akan diambil sebagai hasil diagnosa untuk menentukan keberadaan hama pada tanaman salak. Teori Dempster-Shafer adalah suatu kerangka kerja matematika yang digunakan untuk menentukan pembuktian berdasarkan fungsi kepercayaan dan kemungkinan (plausibility). Teori ini memungkinkan penggabungan potongan-potongan informasi terpisah, atau bukti, untuk menghasilkan kemungkinan hasil suatu peristiwa. Dalam teori Dempster-Shafer, informasi disajikan dalam bentuk interval yang disebut "Belief" dan "Plausibility".

Berikut adalah contoh perhitungan Dempster-Shafer di mana tanaman salak mengalami gejala tertentu.

Penyelesaian.

Gejala 1 : Kerusakan pada tangkai buah

Apabila diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi Kerusakan pada tangkai buah pada { H03 } maka :

Belief : $m1\{ H03 \} = 0.7$

Plausibility : $m1(\theta) = 1 - 0.7 = 0.3$

Gejala 3 : Tandan Buah Berlubang

Apabila diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi ' Tandan Buah Berlubang' sebagai gejala dari { H01 } maka :

Belief : $m2\{ H01H03 \} = 0.4$

Plausibility : $m2(\theta) = 1 - 0.4 = 0.6$

Maka didapat aturan kombinasi $m1\{ H03 \}$ dengan $m2\{ H01 \}$

$$\begin{array}{llll}
 m1\{ H03 \} = 0.7 & \{ H03 \} & \{ H03 \} & \\
 & = 0.7 * 0.4 & = 0.28 & = 0.7 * 0.6 = 0.42 \\
 m1(\theta) = 0.3 & \{ H01H03 \} & (\theta) & \\
 & = 0.3 * 0.4 = 0.12 & = 0.3 * 0.6 = 0.18 &
 \end{array}$$

Dari hasil kombinasi dari tabel diperoleh nilai $m3$:

$\{ \# \} = 0$

$$m3(H01H03) = \frac{0.12}{1-(0)} = 0.12$$

$$m3(H03) = \frac{0.42+0.28}{1-(0)} = 0.7$$

$$m3(\theta) = \frac{0.18}{1-(0)} = 0.18$$

Gejala 5 Rasa Buah Tidak Manis

Apabila diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi Rasa Buah Tidak Manis sebagai gejala dari {H02} maka :

$$\text{Belief} : m4\{H02\} = 0.7$$

$$\text{Plausibility} : m4(\theta) = 1 - 0.7 = 0.3$$

Maka didapat aturan kombinasi :

	$m4\{H02\} = 0.7$	$m4(\theta) = 0.3$
$m3\{H01H03\} = 0.12$	$\{ \# \}$	$\{ H01H03 \}$
	$0.12 * 0.7 = 0.084$	$0.12 * 0.3 = 0.036$
$m3\{H03\} = 0.7$	$\{ \# \}$	$\{ H03 \}$
	$0.7 * 0.7 = 0.49$	$0.7 * 0.3 = 0.21$
$m3(\theta) = 0.18$	$\{ H02 \}$	(θ)
	$0.18 * 0.7 = 0.126$	$= 0.18 * 0.3 = 0.054$

Dari hasil kombinasi dari tabel diperoleh nilai m5 :

$$\{ \# \} = 0.084 + 0.49 = 0.574$$

$$m5(H01H03) = \frac{0.036}{1-0.574} = 0.084507042$$

$$m5(H02) = \frac{0.126}{1-0.574} = 0.295774648$$

$$m5(H03) = \frac{0.21}{1-0.574} = 0.492957746$$

$$m5(\theta) = \frac{0.054}{1-0.574} = 0.126760563$$

Gejala 8 Buah Menjadi Kecoklatan

Apabila diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi Buah Menjadi Kecoklatan sebagai gejala dari {H02} maka :

$$\text{Belief} : m6\{H02\} = 0.7$$

$$\text{Plausibility} : m6(\theta) = 1 - 0.7 = 0.3$$

Maka didapat aturan kombinasi :

	$m6\{H02\} = 0.7$	$m6(\theta) = 0.3$
$m5\{H01H03\} = 0.084507042$	$\{ \# \}$	$\{ H01H03 \}$
	$0.084507042 * 0.7 = 0.05915493$	$0.084507042 * 0.3 = 0.025352113$
$m5\{H02\} = 0.295774648$	$\{ H02 \}$	$\{ H02 \}$
	$0.295774648 * 0.7 = 0.207042254$	$0.295774648 * 0.3 = 0.088732394$
$m5\{H03\} = 0.492957746$	$\{ \# \}$	$\{ H03 \}$
	$0.492957746 * 0.7 = 0.345070423$	$0.492957746 * 0.3 = 0.147887324$
$m5(\theta) = 0.126760563$	$\{ H02 \}$	(θ)

$$\frac{0.126760563}{0.088732394} * 0.7 = \frac{0.126760563}{0.038028169} * 0.3 =$$

Dari hasil kombinasi dari tabel diperoleh nilai m7 :

$$\{ \# \} = 0.05915493 + 0.345070423 = 0.404225352$$

$$m7(H01H03) = \frac{0.025352113}{1-0.404225352} = 0.042553191$$

$$m7(H02) = \frac{0.207042254+0.088732394+0.088732394}{1-0.404225352} = 0.645390071$$

$$m7(H03) = \frac{0.147887324}{1-0.404225352} = 0.24822695$$

$$m7(\theta) = \frac{0.038028169}{1-0.404225352} = 0.063829787$$

Nilai tertinggi terdapat pada m7{ H02} dengan nilai 0.645390071, itu artinya nilai tertinggi berada pada Hama Lalat Buah. Jadi kesimpulan dari perhitungan *Dempster shafer* adalah : “Hama yang dialami pada tanaman salak adalah hama lalat buah dengan tingkat diagnosa 64.53%.

Kepulan asap yang menyebar ke seluruh bagian tanaman akan mengusir keberadaan hama lalat buah.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian tentang masalah mendiagnosa Hama pada Tanaman Salak, dapat disimpulkan bahwa perlu adanya sistem yang mampu mengenali dengan akurat berbagai jenis hama yang mengancam tanaman salak. Ini akan membantu petani dalam mengambil langkah-langkah pencegahan atau pengendalian yang sesuai dengan jenis hama yang dihadapi. Selain itu, pemantauan secara rutin terhadap kondisi tanaman salak juga penting untuk mendeteksi serangan hama secara dini. Dengan demikian, pengembangan sistem yang dapat memberikan notifikasi atau peringatan dini terhadap potensi serangan hama akan memberikan manfaat besar bagi petani dalam menjaga kesehatan tanaman dan meningkatkan hasil panen mereka. Dalam menganalisa masalah terkait mendiagnosa hama pada tanaman Salacca Zalacca (Salak) di Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan dan Holtikultura Provinsi Sumatera Utara. Dapat dilakukan dengan melakukan riset, wawancara dan observasi dalam pengumpulan data tentang tanaman Salacca Zalacca (Salak) dari berbagai sumber seperti pakar tanaman, internet maupun jurnal – jurnal terkait. Dalam menerapkan metode Dempster Shafer dalam mendiagnosa Hama tanaman Salacca Zalacca (Salak) dengan baik, ada 3 hal yang sangat dibutuhkan agar pengetahuan pakar dapat diolah ke dalam metode Dempster Shafer. Hal pendukung tersebut yaitu, data gejala, data hama tanaman Salacca Zalacca (Salak) dan data basis aturan/pengetahuan yang diperoleh langsung dari seorang pakar. Dalam merancang dan membangun aplikasi sistem pakar mendiagnosa Tanaman Salak dengan Metode Dempster Shafer dapat dilakukan dengan baik menggunakan pemodelan UML, dimana pemodelan UML digunakan untuk menggambarkan alur kerja yang akan dibangun pada sebuah aplikasi. UML yang digunakan yaitu Use Case Diagram untuk menggambarkan interaksi pengguna dengan aplikasi, Activity Diagram digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas yang berjalan dan Class Diagram untuk menggambarkan alur data. Kemudian dilakukan pengkodean kedalam bentuk Desktop Programming melalui aplikasi Visual Studio.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini. Yaitu Bapak Iskandar Zulkarnain, S.T., M.Kom. dan Ibu Dra. Sri Kusnasari, M.Hum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. M. Noor and H. Effendi, “Identifikasi Morfologi dan Molekuler Tanaman Salak di Kecamatan Tanah Grogot Kabupaten Paser Kalimantan Timur,” vol. 10, no. 2, pp. 141–152, 2022.
- [2] R. Hariyanto and K. Sa’diyah, “Sistem Pakar Diagnosis Penyakit dan Hama Pada Tanaman Tebu Menggunakan Metode Certainty Factor,” *JOINTECS (Journal Inf. Technol. Comput. Sci.)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–4, 2018, doi: 10.31328/jointecs.v3i1.500.
- [3] E. Ongko, “Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Mata,” vol. II, no. 2, pp. 10–17, 2013.
- [4] P. S. Hasibuan and M. I. Batubara, “Penerapan Metode Dempster Shafer Dalam Mendiagnosa Penyakit Faringitis,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 3, no. 1, p. 59, 2016, doi: 10.30865/mib.v3i1.1061.
- [5] Y. Yoi Ginting, Z. Panjaitan, and W. Riansah, “Implementasi Dempster Shafer Pada Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Helminthiasis Pada Hewan Kucing,” *J. Sist. Inf. Triguna Dharma (JURSI TGD)*, vol.

- 2, no. 6, p. 1019, 2023, doi: 10.53513/jursi.v2i6.8957.
- [6] D. Maulina, "Metode Certainty Factor Dalam Penerapan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Anak," *J. Inf. Syst. Manag.*, vol. 2, no. 1, pp. 23–32, 2020, doi: 10.24076/joism.2020v2i1.171.
 - [7] A. Nurkholis, A. Riyantomo, and M. Tafrikan, "Sistem Pakar Penyakit Lambung ... SISTEM PAKAR PENYAKIT LAMBUNG MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING," *J. Momentum*, vol. 13, no. 1, pp. 32–38, 2017.
 - [8] A. M. M. Bosker Sinaga, P.M Hasugian, "Sistem Pakar Mendiagnosa Kerusakan Smartphone Android Menggunakan Metode Certainty Factor," *J. Inform. Pelita Nusantara*, vol. 3, no. 1, pp. 56–62, 2018.
 - [9] H. Sastypratiwi and R. N. Dwi, "Analisis Data Artikel Sistem Pakar Menggunakan Metode Systematic Review," *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelit. Inform.)*, vol. 6, 2020.
 - [10] E. Listy, "Kelebihan dan Kekurangan Sistem Pakar," 2016.
 - [11] B. H. Hayadi, *Sistem Pakar*. 2018.
 - [12] N. Hidayat, R. Saragih, and H. Khair, "Diagnosa Penyakit Turunan (Heraditas) Imbisil Pada Manusia Dengan Metode Dempster Shafer," *J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 1, no. 10, pp. 3780–3788, 2022.