

Penerapan Metode Dempster Shafer Pada Sistem Pakar Identifikasi Hama Tanaman Buah Naga Merah

Desi Andreswari¹, Hanifah Nur Safitri², Sempurna br. Ginting³

^{1,2}Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

³Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

¹desi.andreswari@unib.ac.id

²hanifahnursafitri32@gmail.com

³sempurnaginting@unib.ac.id

Informasi Naskah:

Diterima: 15 Agustus 2024/ Direview: 29 Januari 2025/ Direvisi: 14 Maret 2025/ Disetujui Terbit: 06 Oktober 2025

DOI: 10.33369/pseudocode.12.2.60-70

*Korespondensi: hanifahnursafitri32@gmail.com

Abstrak: Buah naga merah merupakan salah satu jenis buah yang memiliki komponen bioaktif seperti flavonoid, fenolik, betasianin, dan antosianin. Buah naga merah memiliki kombinasi rasa yang khas yaitu manis, asam, dan gurih menyegarkan. Selain itu buah naga merah juga memiliki beberapa manfaat untuk kesehatan sehingga buah ini disukai banyak orang. Akan tetapi kurangnya pengetahuan dalam pemeliharaan buah naga merah dari serangan hama dapat menyebabkan pertumbuhan buah naga merah yang kurang maksimal dan mengalami gagal panen. Seperti yang dialami oleh petani di salah satu desa di Kabupaten Bengkulu Utara, karena kurangnya pengetahuan petani dalam budidaya tanaman buah naga menyebabkan tanaman buah naga terserang hama dan petani belum mengetahui jenis hama yang menyerang kemudian tanaman menjadi rusak dan tidak berproduksi lagi, selain itu dampak serangan hama juga dirasakan oleh beberapa petani di Kabupaten Seluma dan di Ujan Mas, Kepahiang. Maka dari itu dibutuhkan sebuah sistem pakar identifikasi hama buah naga merah untuk meminimalisir resiko gagal panen serta dapat mengidentifikasi jenis hama yang menyerang. Penggunaan sistem pakar dalam identifikasi hama buah naga merah dengan menerapkan metode *Dempster Shafer* dapat mengetahui penanganan yang tepat sehingga mengurangi presentase gagal panen. Metode *Dempster Shafer* digunakan untuk mengetahui tingkat kepastian dari suatu gejala dan memberikan tingkat kepercayaan yang akurat. Hasil uji sistem kepakaran ini menunjukkan bahwa hasil identifikasi mendekati kebenaran dari seorang pakar dengan menggunakan 9 jenis hama dan 24 gejala. Tingkat akurasi yang dihasilkan memiliki presentase sebesar 100%.

Kata Kunci: Buah Naga Merah, Sistem Pakar, Metode Dempster Shafer.

Abstract: Red dragon fruit is a type of fruit that has bioactive components such as flavonoids, phenolics, betacyanins and anthocyanins. Red dragon fruit has a distinctive combination of flavors, namely sweet, sour and refreshingly savory. Apart from that, red dragon fruit also has several health benefits so this fruit is liked by many people. However, a lack of knowledge in maintaining red dragon fruit from pest attacks can cause the growth of red dragon fruit to be less than optimal and result in crop failure. As experienced by farmers in one of the villages in North Bengkulu regency, due to farmers lack of knowledge in cultivating dragon fruit plants, dragon fruit plants are attacked by pests and farmers do not yet know the types of pests that attack, then the plants become damaged and no longer produce. Apart from that, the impact of pest attacks is also felt by several farmers in Seluma Regency, and in Ujan mas, Kepahiang. Therefore, an expert system for identifying red dragon fruit pests is needed to minimize the risk of crop failure. The use of an expert system in identifying red dragon fruit pests by applying the Dempster Shafer method can determine the appropriate treatment thereby reducing the percentage of crop failure. The Dempster Shafer method is used to determine the level of certainty of a symptom and provide an accurate level of confidence. The results of this expert system test show that the identification results are close to the truth from an expert using 9 types of pests and 24 symptoms. The resulting accuracy level has a percentage of 100%.

Keywords: Red Dragon Fruit, Expert System, Dempster Shafer Method

1. Pendahuluan

Pertanian termasuk unsur pokok dalam memenuhi kebutuhan serta memberikan peran yang sangat besar dalam perekonomian. Dunia pertanian memiliki pembahasan dengan lingkup yang sangat luas, seperti salah satunya buah-buahan. Banyak jenis buah yang digemari oleh masyarakat seperti salah satu jenisnya yaitu buah naga

Buah naga termasuk buah jenis kaktus yang berasal dari genus *Hylocereus* dan *Selenicereus*. Buah naga berasal dari Mexico, Amerika Tengah, dan Amerika Selatan. Tahun 1997 buah naga pertama kali dibawa ke Indonesia, dan tahun 2000 buah naga baru dibudidayakan dan dikomersilkan. Buah naga dapat tumbuh di dataran rendah atau dataran tinggi, selama tanah tersebut memiliki banyak unsur hara [1]. Terdapat beberapa jenis buah naga, salah satunya yaitu buah naga merah.

Buah naga merah merupakan salah satu jenis buah yang memiliki komponen bioaktif seperti

flavonoid, fenolik, betasianin, dan antosianin. Selain itu buah naga merah juga memiliki rasa unik yang terdiri dari kombinasi rasa manis, asam, dan sedikit gurih menyegarkan. Selain rasanya yang unik, manfaat dari buah naga merah untuk kesehatan meliputi: dapat menurunkan berat badan, mencegah kanker, meningkatkan sistem kekebalan tubuh, mencegah diabetes, menunda penuaan dini, tekanan darah tinggi, dan serangan jantung [2]. Karena banyaknya khasiat yang terdapat pada buah naga merah membuat buah naga merah banyak dicari orang.

Akan tetapi tidak banyak orang di Indonesia yang menanam buah naga merah. Hal tersebut disebabkan oleh fakta bahwa buah naga merah belum dikenal secara luas dan sebagian banyak orang yang tidak mengetahui cara menanamnya dengan baik dan benar. Seperti yang terjadi di salah satu Desa di Kabupaten Bengkulu Utara, dikarenakan kurangnya pengetahuan petani mengenai cara budidaya tanaman buah naga merah menyebabkan tanaman terserang hama dan membuat tanaman buah naga merah di Desa tersebut sudah tidak berproduksi lagi.

Gangguan hama pada tanaman buah naga merah juga dialami oleh salah satu petani buah naga yang bernama Wayan di Kabupaten Seluma. Pada tahun 2021 di pekarangan rumahnya terdapat kurang lebih 600 pohon buah naga merah, akan tetapi sekarang sudah tidak ada lagi dikarenakan serangan hama yang menyebabkan tanaman mati. Selain itu serangan hama juga dirasakan oleh petani di Ujan Mas, Kepahiang hal tersebut menyebabkan gagal panen, dikarenakan tanaman buah naga merah diserang hama dan menyebabkan tanaman mati. Seorang petani mengatakan bahwa tanaman terserang hama dan para petani belum mengetahui jenis hama serta menyebutnya hama pembawa virus yang menggerogoti urat, batang, dan buah sehingga menyebabkan gagal panen.

Adapun untuk mengatasi serangan hama tersebut petani biasanya akan melakukan pengendalian konvensional dengan menggunakan pestisida secara intensif. Seperti yang diketahui setiap tempat memiliki jenis hama dan gejala serangan hama yang berbeda dan apabila penggunaan pestisida yang berlebihan dan tidak efisien dapat menyebabkan beberapa masalah yang serius, seperti pencemaran lingkungan dan penurunan harga jual. Oleh karena itu, untuk menangani masalah tersebut, peran seorang pakar dibutuhkan untuk mendiagnosa dan menentukan

jenis hama serta memberikan solusi terbaik.

Namun keterbatasan seorang ahli hama tanaman terkadang menjadi kendala bagi para petani yang akan konsultasi. Meskipun ahli dalam bidangnya, seorang pakar juga manusia biasa yang mempunyai keterbatasan dalam daya ingat dan stamina kerja. Selain itu ketiadaan pakar di lapangan dan mahalnya biaya konsultasi di suatu daerah juga menjadi suatu hambatan bagi para petani dalam menemukan penanganan terbaik. Oleh karena itu untuk menangani masalah tersebut maka diperlukan suatu pemanfaatan teknologi sebagai pengganti seorang pakar.

Dengan kemajuan teknologi yang cepat, membuat pengguna mencari cara untuk meningkatkan fungsi dan kinerja komputer dalam kehidupan sehari-hari. Seperti menampung sistem pakar yang mampu mengidentifikasi hama pada tanaman buah naga dan memberikan solusi yang tepat terhadap hama tersebut. Sistem pakar merupakan salah satu bagian dari kecerdasan buatan yang menggunakan pengetahuan (*knowledge*) dan produser inferensi untuk menyelesaikan masalah yang sangat sulit sehingga membutuhkan ahli untuk menyelesaikannya [3]. Sistem pakar (*expert system*) adalah sistem yang bertujuan menampung pengetahuan manusia ke dalam komputer sehingga komputer memiliki kecerdasan yang sama dengan manusia dan dapat menyelesaikan masalah dengan cara yang sama seperti para ahli atau pakar. Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan memanfaatkan sistem pakar ini, yaitu dengan mengelola data hama pada tanaman buah naga merah berdasarkan gejala.

Adapun untuk mengatasi ketidakpastian data yang dapat menyebabkan data menjadi tidak lengkap dan tidak konsisten adalah dengan menggunakan suatu metode. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah metode *Dempster Shafer*. Metode ini dapat digunakan untuk pengambilan keputusan yang tepat pada sistem pakar.

Dempster Shafer merupakan teori matematika yang didasarkan pada *belief function* (fungsi kepastian) dan *plausible reasoning* (penalaran masuk akal) yang digunakan untuk menggabungkan beberapa peristiwa [4]. Metode *Dempster Shafer* termasuk ke dalam metode penalaran *non monotonis* yang digunakan untuk menghitung ketidakkonsistenan karena penambahan maupun pengurangan fakta baru yang akan merubah aturan yang ada, sehingga dengan

menggunakan metode *Dempster Shafer* seseorang juga dapat mengetahui probabilitas atau presentase dari kemungkinan hama yang mengganggu [5].

Penelitian beberapa peneliti yang sudah ada terkait sistem pakar dengan memanfaatkan metode *Dempster Shafer* menjadi salah satu sumber acuan dalam membantu proses pengambilan keputusan terhadap jenis hama pada tanaman buah naga. Beberapa penelitian menerapkan metode *Dempster Shafer* diantaranya ada “Identifikasi Hama dan Penyakit Buah Mangga Menggunakan Metode *Dempster Shafer*”. Hasil penelitian sistem pakar ini berupa jenis hama atau penyakit pada buah mangga serta kemungkinan solusi untuk mengurangi resiko gagal panen, serta pada sistem pakar ini diperoleh tingkat akurasi sebesar 94,20% [6]. Kemudian penelitian terkait yang lain yaitu tentang “Perbandingan Metode *Dempster Shafer* dan *Certainty Factor* untuk Diagnosis Penyakit Tanaman Terong”. Penelitian ini menggunakan data gejala, penyakit, dan solusi pada tanaman terong, serta berdasarkan hasil perbandingan metode *Dempster Shafer* dengan metode *Certainty Factor* diperoleh metode yang lebih baik yaitu metode *Dempster Shafer* dengan nilai akurasi sebesar 80% [7]. Selanjutnya penelitian lain dengan metode *Dempster Shafer* dalam mengidentifikasi hama dan penyakit tanaman apel, hasil pada penelitian ini berupa sistem pakar untuk mengidentifikasi hama dan penyakit tanaman apel dengan menggunakan 7 hama dan 5 penyakit serta diperoleh tingkat akurasi sistem sebesar 90% [8].

Berdasarkan penelitian yang sudah disebutkan sebelumnya, diketahui bahwa metode *Dempster Shafer* dapat digunakan pada sistem pakar identifikasi hama pada tanaman buah naga merah. Nantinya pada sistem tersebut dapat mengidentifikasi jenis hama pada tanaman buah naga merah dan memberi solusi serta dapat memberikan contoh gambar serangan hama pada setiap gejala untuk memudahkan petani mengetahui contoh dari gejala. Kemudian di sistem ini juga terdapat maps atau alamat seorang ahli atau apakr hama tanaman apabila petani ingin berkonsultasi secara langsung kepada ahli atau pakar. Berdasarkan permasalahan dan beberapa penelitian terkait diatas, maka peneliti tertarik untuk mengangkat judul penelitian “Penerapan Metode *Dempster Shafer* pada Sistem Pakar Identifikasi Hama Tanaman Buah Naga Merah”.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) merupakan cabang ilmu komputer yang berfokus pada pembuatan *software* dan *hardware* yang dapat meniru fungsi dari otak manusia. Kecerdasan buatan didasarkan pada *sound theoretical* (teori sulara) dan prinsip aplikasi sesuai dengan bidang [9].

2.2 Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan sistem yang menampung pengetahuan seorang pakar ke dalam sebuah komputer sehingga komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang dilakukan seorang pakar. Sistem pakar dirancang dan diterapkan dengan menggunakan bahasa pemrograman tertentu yang dapat membantu orang awam dalam mengatasi masalah tanpa kehadiran langsung seorang pakar [10]

2.4 Metode *Dempster Shafer*

Dempster adalah orang yang pertama kali memperkenalkan metode *Dempster Shafer*. Dempster melakukan percobaan model ketidakpastian dengan range probabilitas sebagai probabilitas tunggal. Kemudian pada tahun 1976 Shafer mempublis teori Dempster tersebut pada sebuah buku yang berjudul “*Mathematical Theory of Evidence*”, yang mana pada buku tersebut menunjukkan suatu cara memberikan bobot lkeyakinan suatu fakta yang dikumpulkan. Pada teori ini dapat dibedakan antara ketidakpastian dan ketidaktahuan [11].

Secara umum teori *Dempster Shafer* ditulis dalam suatu interval berikut:

[*Belief, Plausibility*]

Belief (*Bel*) adalah ukuran *evidence* dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Jika bernilai 0 maka mengindikasikan bahwa tidak ada, dan jika bernilai 1 menunjukkan adanya kepastian [12]. Menurut Giarratno dan Riley (1994) fungsi *belief* dapat dirumuskan pada persamaan berikut:

$$Bel(X) = \sum_{Y=X} m(Y) \quad (1)$$

Sedangkan *Plausibility* (*Pls*) dirumuskan pada persamaan berikut:

$$Pls(X) = 1 - Bel(X) = \sum_{Y=X} m(X) \quad (2)$$

Dimana:

$Bel(X)$ = *Belief* (X)

$Pls(X)$ = *Plausibility* (X)

$m(X)$ = *mass function* (X)

$m(Y)$ = *mass function* (Y)

Plausibility jugal bernilai 0-1, jika yakin akan X' maka dapat dikatakan *Belief* (IX') = 1 sehingga dari rumus $Pls(IX) = 0$.

Saat penerapan pada sistem pakar penyakit terdapat banyak bukti untuk menentukan ketidakpastian dalam pengambilan keputusan untuk diagnosa suatu penyakit. Untuk mengatasi beberapa bukti, teori *Dempster Shafer* menggunakan aturan yang disebut aturan kombinasi *Dempster Shafer* atau *Dempster's Rule of Combination* [4].

$$m3(Z) = \sum_{X \cap Y = Z} m1(X) m2(Y) \quad (3)$$

Dimana:

$m3(Z)$ = *masls function* dlari *evildence* (Z)

$m1(X)$ = *masls function* dlari *evidence* (X1)

$m2(Y)$ = *malss functionl* dari *evidelnce* (Y)

Secara umum formulasi untuk *Dempster's Rule of Combination* bisa dilihat pada persamaan berikut:

$$m3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m1(X) m2(Y)}{1 - k} \quad (4)$$

Dengan:

k = jumlahl *evidential lconflict*.

Besarnya jumlah *evidential conflict* (lk) dirumuskan dengan persamaan berikut ini:

$$k = \sum_{X \cap Y = \emptyset} m1(X) m2(Y) \quad (5)$$

Sehingga bila persamaan 5 disubstitusikan ke persamaan jadi seperti berikut ini:

$$m3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m1(X) m2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m1(X) m2(Y)} \quad (6)$$

Dengan:

$m3(Z)$ = *mlass function* darli *evidenlce* (IZ)

$m1(X)$ = *mass flunction* dari *evildence* (IX)

$m2(Y)$ = *mass funlction* dari *evildence* (IY)

k = jumlahl *evidentiall conflict*

2.4 Buah Naga (*Hylocereus* sp.)

Tanaman buah naga (*Hylocereus*) dengan nama asli yang dikenal diseluruh wilayah yaitu *pitahaya* atau *pitaya* (naga) adalah tanaman unik dari jenis kaktus yang berasal dari Amerika dan

mulai tersebar dari Pantai Florida ke Brasil. IDi Amerika buah naga yang telah ditemukan adalah sekitar 14 spesies namun spesies utama *Hylocereus* yang telahl dibudidayakan diseluruh dunia adalah *Hylocereus undatus*, *Hylocereus monacanthus*, dan *Hylocereus megalanthus*. Tahun 1997 buah naga pertama kali dibawa ke Indonesia, dan tahun 2000 buah naga baru dibudidayakan dan dikomersilkan [1].

Menurut Rochmawati, buah naga termasuk kedalam jenis spesies kaktus yang terdiri dari buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*), buah naga putih (*H. undatus*), dan buah naga kulning (*Selenicereus megalanthus*) [13].

Menurut Tarigan, tumbuhan buah naga (*H. polyrhizus*) berasal dari daerah beriklim tropis kering. Habitat aslinya berada di Meksiko, Amerika Tengah, dan Amerika selatan bagian Utara. Buah naga mengandung senyawa *flavonoid* dan *polifenol*, dimana senyawa ini mempunyai aktivitas antioksidasi untuk mengikat radikal bebas dalam sistem biologis [13].

2.5 Hama Buah Naga Merah

1. Lalat Buah (*Bactrocera dorsalis*)

Lalat buah menyerang buah naga dengan meletakkan telur di jaringan dibawah kulit buah. Kemudian telur akan menetas menjadi larva dan akan memakan daging buah sampai terjadi proses pembusukan. Apabila serangan lalat buah berat dan meluas maka dapat menyebabkan gagal panen. Lalat buah adalah salah satu hama yang berpotensi sangat merugikan produksi buah-buahan dan sayuran, baik secara kuantitas maupun kualitas [14].

2. Thrips (*Franklinella occidentalis* Peragande, *Scirtothrips dorsalis* Hood)

Thrips melukai buah saat makan. Thrips merupakan serangga yang merusak tanaman dengan menghisap cairan tanaman buah naga. Serangan yang serius akan menyebabkan tanaman tidak bereproduksi dan cabang juga mati [15].

3. Kutu Daun (*Aphis* sp. (*Aphis craccivora* Koch, *Aphis gossypii* Glover))

Kutu daun bersifat vivipar, yang berarti melahirkan. Kutu daun memiliki tonjolan diujung abdomen yang disebut *cornicles*, beberapa memiliki sayap, tetapi sebagian tidak bersayap. Kutu daun bertubuh lunak,

bergerak lambat, serangga penghisap dan mengeluarkan embun madu yang menjadi tempat berkembang biaknya jamur jelaga. Kutu daun menyerang tanaman dengan menghisap cairan pada batang atau sulur sehingga membuat batang atau sulur berubah warna menjadi kuning [15].

4. Kutu Sisik (*Diaspis echinocacti*)
Kutu sisik menyukai bagian batang atau sulur yang tidak terkena sinar matahari secara langsung dan batang yang terkena kutu sisik menyebabkan timbul warna kusam. Kutu sisik juga menghisap cairan tanaman dan juga menghasilkan embun madu [15].
5. Kutu Tempurung (*Hemiptera: Coccidae*)
Biasanya kutu tempurung menyerang tanaman dengan cara menghisap cairan pada batang atau sulur, sehingga dapat mengakibatkan berubah warna menjadi kuning [15].
6. Kutu Putih (*Ferrisia dasyliirii* (Cockerell) (*Hemiptera: Pseudococcidae*))
Kutu putih ditemukan di kulit buah maupun sisik. Adapun gejala yang terlihat apabila buah naga yang terkena kutu putih yaitu: terdapat lapisan lilin berwarna putih. Kutu putih biasanya mengundang semut. Semut tersebut dapat melindungi kutu putih dari predator [16].
7. Kepik (*Hemiptera: Coreidae*)
Hama kepik hitam biasanya menusuk buah yang mengakibatkan kualitas buah buruk dan memungkinkan bakteri dan jamur masuk ke dalam buah. Kepik hitam juga dapat merusak batang atau sulur, kerusakan ini dipresentasikan sebagai luka tusuk yang dalam. Telur hama kepik hitam diletakkan berjajar sepanjang batang, pada buah, atau pada gulma sekitar tanaman [15].
8. Tungau (*Tetranychu sp.s*)
Tungau menyerang kulitl batang ataul sulur dan merusak jaringan klorofill yang digunakan untuk asimilasi dari hijau menjadi cokelat.
9. Ulat (*Spodoptera exigua*)
Hama ulat biasanya merusak bunga tanaman buah naga. Ulat menyerang buah naga dari yang awalnya berwarna putih kehijauan, hingga tua dengan garis putih memanjang saat dewasa. Ulat menggunakan mulutnya untuk memakan bunga. Akibat dari

serangan tersebut menyebabkan tanaman buah naga tidak bisa berbuah segar [15].

3. Metode Penelitian

3.1. Metode Pengumpulan Data

1. Studi Pustaka
Studi pustaka dilakukan dengan cara menelaah beberapa literatur, diantaranya:
 - a. Buku referensi
Buku yang digunakan sebagai referensi adalah buku-buku yang membahas tentang tanaman buah naga, pertanian, dan sistem pakar.
 - b. Jurnal ilmiah
Jurnal ilmiah yang digunakan diperoleh dengan cara mengunduhnya melalui internet. Informasi yang diperoleh adalah informasi tentang sistem pakar, metode *Dempster Shafer*, dan tanaman buah naga.
2. Wawancara
Kegiatan wawancara dilakukan kepada seorang pakar yang juga berprofesi sebagai dosen dari Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, yaitu ibu Dr. Sempurna Ginting, S.P., M.Si selaku pakar hama tanaman buah naga merah.
3. Observasi
Pengumpulan data dengan observasi dilakukan dengan melakukan observasi secara langsung sampel hama tanaman buah naga yang ditemui di lapangan yang nantinya akan digunakan sebagai data luji.

3.2. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *waterfall* yang mana metode *waterfall* merupakan salah satu model yang sering digunakan pada projek di sebuah perusahaan besar yang dilakukan secara berurutan. Disebutl sebagai *waterfalll* karena tahap demi tahap yang dilalui harus menunggu selesainya tahap sebelumnya dan berjalan berurutan. Adapun tahapan metode *waterfal* yaitu sebagai berikut:

1. Analisis Kebutuhan
Yang dilakukan pada tahap kebutuhan yaitu dengan mengumpulkan kebutuhan yang diperlukan dalam proses perancangan dan pengembangan sistem yang kemudian dapat dianalisis kebutuhan yang sudah dikumpulkan

dalam memenuhi kebutuhan sistem. Adapun analisis kebutuhan yang akan dibuat adalah sebagai berikut :

a. Kebutuhan Data Masukan

Data masukan yang dibutuhkan pada sistem ini ialah berupa gejala dan hama yang menyerang tanaman buah naga.

b. Kebutuhan Data Keluaran

Data keluaran pada sistem ini ialah hasil diagnosa hama yang menyerang tanaman buah naga.

c. Kebutuhan Antarmuka

Kebutuhan antarmuka pada aplikasi adalah memberikan kemudahan dan kenyamanan bagi pengguna pada saat mengakses aplikasi sesuai dengan permasalahan yang ada. Kebutuhan antarmuka adalah antarmuka yang dapat memudahkan proses interaksi antara pengguna dan sistem (*user friendly*).

2. Desain Sistem

Tahap perancangan desain sistem merupakan tahap yang berfokus pada desain pembuatan program sistem termasuk struktur data, arsitektur perangkat lunak, representasi antarmuka dan prosedur pengkodean. Tahap ini memberikan gambaran lengkap mengenai langkah-langkah yang harus dikerjakan setelah kebutuhan selesai dikumpulkan.

3. Implementasi

Pada tahap implementasi dilakukan pembuatan program kedalam bahasa pemrograman tertentu. Tahap ini bisa disebut juga tahap pengkodean yang bertujuan untuk menghasilkan aplikasi yang sudah dirancang.

4. Pengujian Sistem

Proses pengujian yang dilakukan pada aplikasi yang dibuat menggunakan metode, yaitu *black box* dan pengujian akurasi. Tahap pengujian sistem dapat dilakukan pengujian terhadap sistem yang bertujuan agar sistem dapat digunakan dengan baik dan berjalan sesuai dengan rancangan atau belum.

5. Pemeliharaan

Setelah sistem selesai maka pengguna akan menggunakan sistem. Jika terdapat pengembangan fungsional dari sistem yang diinginkan pengguna, maka dilakukan suatu pemeliharaan.

3.3. Metode Pengujian Sistem

1. Black Box Testing

Pengembangan sebuah perangkat lunak sebelum diberikan ke pengguna ataupun selama perangkat lunak masih harus dikembangkan sangat diperlukan sebuah pengujian dalam mengatasi kesalahan (*error*) pada pengembangan perangkat lunak. Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode pengujian *Black box Testing*. Dimana *Black box Testing* dilakukan pengujian dengan menggunakan perangkat lunak agar semua fitur, masukkan, dan keluaran dihasilkan sesuai dengan kebutuhan yang sudah dirancang sebelumnya.

2. Pengujian Akurasi

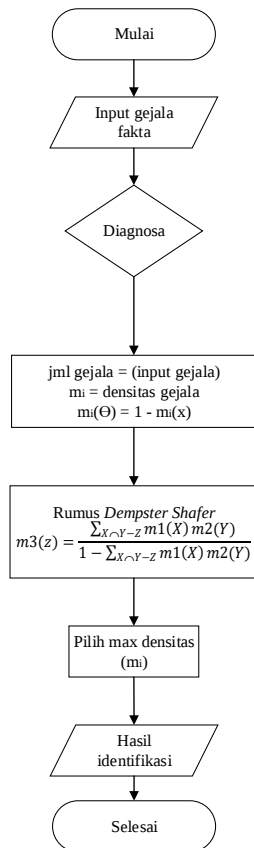
Pengujian akurasi dilakukan untuk menemukan presentase ketepatan dalam proses pengklasifikasian terhadap data testing yang diuji. Berikut ini adalah rumus untuk menghitung tingkat akurasi [7].

$$Accuracy = \frac{\text{Jumlah Diagnosa Benar}}{\text{Total Diagnosa}} \times 100\% \quad (7)$$

4. Analisis dan Perancangan Sistem

4.1 Analisis Alur Kerja Sistem

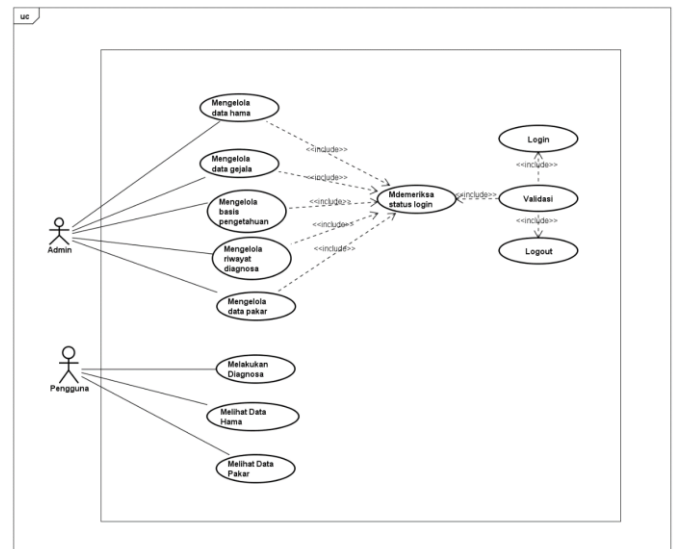
Analisis alur kerja sistem adalah alur yang menjelaskan alur dari sebuah sistem, mulai dari pengguna masuk ke sistem sampai pengguna mengakhiri sistem. Fungsi dari analisis alur kerja sistem adalah untuk memberikan kemudahan pada pembangunan sistem. Berikut ini diagram alur dari sistem pakar identifikasi hama tanaman buah naga merah dengan menerapkan metode *dempster shafer*.



Gambar 1 Diagram Alir Sistem

Gambar 1 adalah gambar dari diagram alir sistem, yang mana pada gambar tersebut *user* diminta untuk memasukkan gejala yang ditemukan pada tanaman buah naga merah. Kemudian sistem akan menghitung nilai densitas untuk masing-masing gejala dan kemudian sistem akan menghitung kombinasi matriks dari masing-masing gejala dengan menggunakan persamaan pada metode *dempster shafer*. Kemudian diperoleh hasil densitas tersebut dan diperoleh kesimpulan mengenai hama yang sedang menyerang tanaman tersebut.

4.2 Use Case Diagram



Gambar 2 Use Case Diagram

Berdasarkan gambar 2 aktor admin dapat mengelola data hama, data gejala, basis pengetahuan, riwayat diagnosa dan data pakar. Aktor pengguna dapat melakukan diagnosa, melihat data hama, melihat data pakar.

5. Hasil dan Pembahasan

5.1 Implementasi Antarmuka

1. Halaman Utama



Gambar 3 Tampilan Halaman Utama

Gambar 1 tampilan halaman utama pengguna. Halaman tersebut memiliki 4 menu yang bisa diakses pengguna, yaitu diagnosa, hama, pakar, dan login. Didalam menu diagnosa terdapat beberapa gejala yang dapat dipilih pengguna saat akan melakukan diagnosa. Kemudian menu hama berisi informasi mengenai hama tanaman buah naga merah, menu pakar berisi informasi pakar, dan login adalah menu yang dapat diakses oleh admin

2. Halaman Pilih Gejala Diagnosa

Gajala Pada Buah

- ☐ Kerusakan pada buah *contoh*
- ☐ Terdapat bintik-bintik kecil berwarna hitam (lubang hitam) dibagian kulit buah, baik buah yang sudah dipetik atau buah yang masih dipohon *contoh*
- ☐ Terdapat bercak lebar dan basah di permukaan buah *contoh*
- ☐ Buah membusuk *contoh*
- ☐ Buah gugur dari pohon *contoh*
- ☐ Jika buah dibelah akan dijumpai ulat berwarna putih keruh *contoh*
- ☐ Pada kulit buah terdapat kotoran berwarna coklat kemerahan hingga hitam *contoh*
- ☐ Permukaan kulit buah terlihat kering akibat bekas rautan *contoh*
- ☐ Ukuran buah terlihat lebih kecil dari biasanya dan mengerut *contoh*
- ☐ Pada permukaan buah muda terdapat embun jala hitam *contoh*
- ☐ Buah menguning atau berubah warna *contoh*
- ☐ Terdapat warna putih pada kulit buah dan batang atau sulur yang jika dipegang meninggalkan serbuk ditangan *contoh*
- ☐ Terdapat luka berwarna cokelat pada permukaan kulit buah akibat luka tusukan *contoh*

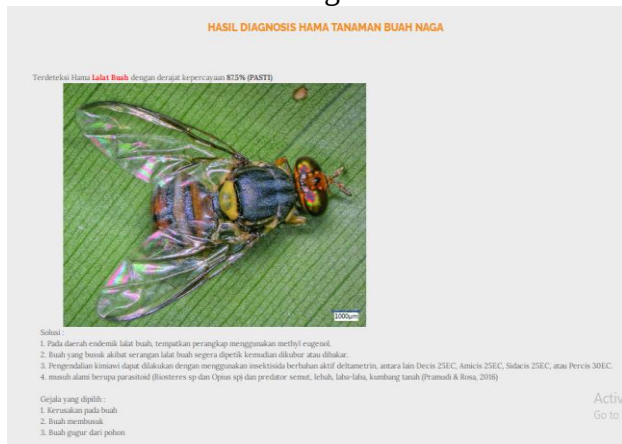
Gajala Pada Batang

- ☐ Kerusakan pada batang atau sulur *contoh*
- ☐ Batang atau sulur yang tidak terkena matahari langsung berwarna kusam *contoh*
- ☐ Pada batasan atau sulur terdapat siku berwarna kusam atau abu-abu *contoh*

Gambar 4 Tampilan Halaman Pilih Gejala

Gambar 4 adalah tampilan halaman pilihan gejala, yang mana pada halaman tersebut pengguna dapat memilih gejala dan kemudian sistem akan menampilkan halaman hasil diagnosa berupa informasi nama hama, dan solusi hama. Selain itu pada setiap gejala ada menu contoh, yang mana apabila mengklik menu tersebut akan menampilkan contoh gambar dari masing-masing gejala.

3. Halaman Hasil Diagnosa



Gambar 5 Tampilan Halaman Hasil Diagnosa

Gambar 5 diatas adalah halaman hasil diagnosa pengguna, pada halaman tersebut berisi informasi mengenai jenis hama yang terdeteksi, nilai kepercayaan, solusi, dan gejala yang dipilih pengguna.

5.2 Pengujian Sistem

1. Pengujian Black Box

Pengujian *black box* adalah pengujian yang dilakukan untuk memeriksa hasil eksekusi antarmuka yang telah dibangun melalui data yang diujikan dan memeriksa fungsional dari sistem yang telah dibangun. Pengujian *black box* merupakan

perancangan data uji yang didasarkan pada spesifikasi sistem. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi, masukan, dan keluaran dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.

Pengujian *black box* dengan total 26 skenario dilakukan selama proses penelitian. Dari jumlah skenario, 26 fungsi berhasil berjalan dengan baik sehingga dapat diukur tingkat pengujian fungsional sistem berikut ini.

$$\text{Keberhasilan Fungsional} = \frac{26}{26} \times 100\% = 100\%$$

Dengan demikian, uji kelayakan fungsional sistem pakar ini mendapatkan hasil yang sempurna yaitu sebesar 100%.

2. Pengujian Algoritma Dempster Shafer

Pengujian ini merupakan pengujian untuk mengetahui kesesuaian metode *dempster shafer* yang digunakan. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan manual dengan hasil perhitungan yang ada pada sistem pakar identifikasi hama tanaman buah naga merah. Berikut ini contoh pengujian metode *dempster shafer* dengan tiga data uji gejala hama tanaman buah naga merah.

Table 1 Contoh Data Uji Gejala yang Dipilih

No	Kode Gejala	Gejala yang Dialami
1	G1	Kerusakan pada buah
2	G4	Buah membusuk
3	G5	Buah gugur dari pohon
Hasil Diagnosis Sistem		Lalat Buah

Adapun hasil perhitungan ditunjukkan dengan rule sesuai dengan gejala yang dipilih sebagai berikut.

a. Gejala Pertama (G1) : “Kerusakan pada buah”

$$m_1(P1, P2, P3, P6, P7, P9) = 0,9$$

$$m_1\{\emptyset\} = 1-0,9$$

$$m_1\{\emptyset\} = 0,1$$

b. Gejala kedua (G4) : “Buah membusuk”

$$m_2(P1) = 0,75$$

$$m_2\{\emptyset\} = 1-0,75$$

$$m_2\{\emptyset\} = 0,25$$

Table 2 Fungsi Densitas m_3

	$m_1(P1, P2, P3, P6, P7, P9) = 0,9$	$m_1\{\emptyset\} = 0,1$
$m_2(P1) = 0,75$	$(P1) = 0,675$	$(P1) = 0,075$

$m_2\{\Theta\} = 0,025$	$(P1,P2,P3,P6,P7,P9) = 0,225$	$\{\Theta\} = 0,025$
-------------------------	-------------------------------	----------------------

Dari hasil kombinasi tabel diatas diperoleh nilai m_3

$$m_3(P1) = \frac{0,675+0,075}{1-0} = 0,05$$

$$m_3(P1,P2,P3,P6,P7,P9) = 0,225$$

$$m_3\{\Theta\} = 0,025$$

c. Gejala ketiga (G5): “Buah gugur dari pohon”

$$m_4(P1) = 0,5$$

$$m_4\{\Theta\} = 1-0,5$$

$$m_4\{\Theta\} = 0,5$$

Table 3 Fungsi Densitas m_5

	$m_4(P1) = 0,5$	$m_4\{\Theta\} = 0,5$
$m_3(P1) = 0,75$	$(P1) = 0,375$	$(P1) = 0,375$
$m_3(P1,P2,P3,P6,P7,P9) = 0,225$	$(P1) = 0,1125$	$(P1,P2,P3,P6,P7,P9) = 0,1125$
$m_3\{\Theta\} = 0,025$	$(PQ) = 0,0125$	$\{\Theta\} = 0,0125$

Dari hasil kombinasi diatas diperoleh nilai m_5 :

$$m_5(P1) = \frac{0,375+0,1125+0,0125+0,375}{1-0} = 0,875$$

$$m_5(P1,P2,P3,P6,P7,P9) = 0,1125$$

$$m_5\{\Theta\} = 0,0125$$

Pencarian nilai maksimum merupakan tahap akhir pada metode *dempster shafer*, dimana kombinasi keseluruhan akan dicari hasil diagnosa, berdasarkan nilai tertinggi tersebut diambil sebuah kesimpulan untuk menentukan hama tanaman buah naga merah. Nilai tertinggi terdapat pada $m_5(P1)$ dengan nilai 0,875. Jadi kesimpulan perhitungan *dempster shafer* adalah hama tanaman buah naga merah dengan tingkat presentase keyakinan 87,5% pada hama lalat buah (pasti).

3. Pengujian Keakuratan Sistem

Pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui persentase ketepatan proses pengklasifikasian terhadap data uji. Berikut 30 data uji hama yang dijalankan di dalam sistem dan hasil kesesuaian hama yang diperoleh dari diagnosis pakar dan diagnosis sistem.

Table 4 Data Uji Hama Tanaman Buah Naga Merah

No	Gejala	Diagnosis Sistem	Diagnosis Pakar	Keterangan
1	G1,G7, G8	Thrips	Thrips	Sesuai
2	G1, G4, G5	Lalat Buah	Lalat Buah	Sesuai
3	G11, G17	Kepik	Kepik	Sesuai
4	G11, G13, G19	Kutu Sisik	Kutu Sisik	Sesuai
5	G1, G15, G23	Ulat (<i>Spodoptera exigua</i>)	Ulat (<i>Spodoptera exigua</i>)	Sesuai
6	G1, G4, G6, G24, G23	Ulat (<i>Spodoptera exigua</i>)	Ulat (<i>Spodoptera exigua</i>)	Sesuai
7	G11, G14	Kutu Tempurung	Kutu Tempurung	Sesuai
8	G1, G15, G16	Kutu Putih	Kutu Putih	Sesuai
9	G1, G18, G11, G17	Kepik	Kepik	Sesuai
10	G1, G9, G10	Kutu Daun	Kutu Daun	Sesuai
11	G11, G19, G20	Tungau	Tungau	Sesuai
12	G1, G5, G9	Lalat Buah	Lalat Buah	Sesuai
13	G21, G22, G23	Ulat (<i>Spodoptera exigua</i>)	Ulat (<i>Spodoptera exigua</i>)	Sesuai
14	G11, G14	Kutu Tempurung	Kutu Tempurung	Sesuai
15	G11, G17	Kepik	Kepik	Sesuai
16	G1, G2, G4	Lalat Buah	Lalat Buah	Sesuai
17	G1, G3, G6, G23	Lalat Buah	Lalat Buah	Sesuai
18	G1, G6,	Lalat	Lalat	Sesuai

N o	Gejala	Diagnosis Sistem	Diagnosis Pakar	Keterangan
	G15	Buah	Buah	
19	G19, G20	Tungau	Tungau	Sesuai
20	G11, G12, G13, G20	Kutu Sisik	Kutu Sisik	Sesuai
21	G1, G9, G16	Kutu Putih	Kutu Putih	Sesuai
22	G11, G12, G14	Kutu Tempurung	Kutu Tempurung	Sesuai
23	G1, G3, G4, G6, G23	Lalat Buah	Lalat Buah	Sesuai
24	G1, G7, G8, G9	Thrips	Thrips	Sesuai
25	G1, G10, G15	Kutu Daun	Kutu Daun	Sesuai
26	G1, G7, G8	Thrips	Thrips	Sesuai
27	G2, G3, G4, G6	Lalat Buah	Lalat Buah	Sesuai
28	G21, G24, G23	Ulat (<i>Spodoptera exigua</i>)	Ulat (<i>Spodoptera exigua</i>)	Sesuai
29	G12, G19, G20	Tungau	Tungau	Sesuai
30	G11, G14, G20	Kutu Tempurung	Kutu Tempurung	Sesuai

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

Berdasarkan hasil pengujian keakuratan sistem dapat diperoleh kesimpulan bahwa akurasi sistem pakar berdasarkan 30 data yang diuji atau dijalankan didalam sistem, menunjukka bahwa sistem pakar ini memiliki nilai akurasi sebesar 100% dengan 30 data uji sesuai.

6. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan penelitian maka dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini menghasilkan sebuah sistem pakar identifikasi hama pada tanaman buah naga merah yang berbasis *website* dengan menggunakan metode *dempster*

shafer dengan pengujian fungsional sistem menggunakan *black box* telah mencapai keberhasilan 100%. Sistem yang dihasilkan dapat mengidentifikasi hama pada tanaman buah naga merah berdasarkan gejala yang dipilih pengguna serta menyertakan informasi gambar dan solusi yang dapat dilakukan pengguna. Berdasarkan hasil uji akurasi yang sudah dilakukan, sistem ini memiliki nilai akurasi sebesar 100% dari 30 data uji coba dengan membandingkan hasil diagnosa sistem pakar dengan hasil analisis seorang pakar. Maka dari itu untuk pengembangan penelitian selanjutnya yaitu sistem pakar identifikasi hama tanaman buah naga merah dengan metode *dempster shafer* ini bisa dikembangkan lagi dengan menerapkan metode sistem pakar yang lain supaya dapat dilakukan perbandingan metode yang lebih tepat digunakan dalam pengambilan kesimpulan identifikasi hama tanaman buah naga merah.

REFERENSI

- [1] M. Salafuddin and U. Rosyidah, "Sistem pakar diagnosa penyakit buah naga menggunakan metode backward chaining dan forward chaining," *Journal informatics Technol.*, vol. 10, no. 1, pp. 16–32, 2017.
- [2] I. W. R. Aryanta, "Manfaat Buah Naga Untuk Kesehatan," *Widya Kesehat.*, vol. 4, no. 2, pp. 8–13, 2022, doi: 10.32795/widyakesehatan.v4i2.3386.
- [3] A. R. Imaniar, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Hama Penyakit Tanaman Aglaonema," *J. Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 1, 2012, [Online]. Available: Hama Penyakit Aglaonema, Sistem Pakar, Forward Chaining ABSTRACT.
- [4] S. A. Luthfi, M. Syahril, and F. Sonata, "Sistem Pakar Mendeteksi Hama Dan Penyakit Pada Tumbuhan Jambu Jamaika Di Dinas Tanaman Pangan Holtikultura Menggunakan Metode Dempster Shafer," *J. Cyber Tech*, vol. 3, no. 6, pp. 1184–1194, 2020, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jct/article/view/2812>.
- [5] A. R. MZ, I. G. P. S. Wijaya, and B. Fitri, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit pada Manusia dengan Metode Dempster Shafer," vol. 4, no. 2, pp. 129–138, 2020.
- [6] D. R. D. Putri and M. R. Fahlevi, "Identifikasi Hama Dan Penyakit Buah Mangga Menggunakan Metode Dempster Shafer," *Inosys (Information Syst.) J.*, vol. 6, pp. 185–195, 2022.
- [7] M. H. Basri, A. Mahmudi, and N. Vendyansyah, "Perbandingan Metode Dempster Shafer dan Certainty Factor untuk Diagnosis Penyakit Tanaman Terong (Studi Kasus Dusun Kejoren, Desa Gerbo, Kec. Purwodadi)," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform., vol. 4, no. 1, pp. 230–238, 2020, doi: 10.36040/jati.v4i1.2283*.
- [8] M. R. I. Permana, Y. Azhar, and O. Endarto, "Sistem Pakar Untuk Mengidentifikasi Hama Dan Penyakit

- Pada Tanaman Apel Menggunakan Metode Dempster Shafer,” *J. Repos.*, vol. 2, no. 1, p. 53, 2020, doi: 10.22219/repositor.v2i1.169.
- [9] N. Rasyid, T. Nawaf, A. Nuraminah, and M. P. Pulungan, “Sistem Pakar untuk Diagnosa Penyakit Paru-Paru Menggunakan Metode Certainty Factor,” *J. Ilm. Sist. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 18–27, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i2.2197.
- [10] D. Adellia, A. C. Siregar, and S. P. Alkadri, “Penerapan Metode Certainty Factor pada Sistem Pakar Diagnosa Hama dan Penyakit pada Tanaman Tomat,” *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 451–458, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i2.2198.
- [11] C. Tambunan, N. B. Nugroho, and F. Taufik, “Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Pada Buah Naga Menggunakan Metode Dempster Shafer,” vol. 1, no. x, pp. 338–346, 2013.
- [12] S. Orthega, N. Hidayat, and E. Santoso, “Implementasi Metode Dempster-Shafer untuk Mendiagnosa Penyakit Tanaman Padi,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 10, pp. 1240–1247, 2017.
- [13] P. Wardoyo and K. Umar, “Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Buah Naga Dengan Metode Forward Chaining,” *J. Insa. Unggul*, vol. 10, no. 2, pp. 189–218, 2022, doi: 10.47926/insanunggul.2022.10.2.189-218.
- [14] M. I. Pramudi and H. O. Rosa, “Identifikasi Lalat Buah yang Menyerang Buah Naga (*Hylocereus* sp.) di Kecamatan Batu Ampar, Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan,” *Planta Trop. J. Agro Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 107–111, 2016, doi: 10.18196/pt.2016.063.107-111.
- [15] R. E. Duncan, D. Carrillo, and J. E. Peña, “Pitaya (Dragon Fruit) (*Hylocereus undatus*) Pests and Beneficial Insects,” *Edis*, vol. 2021, no. 1, p. 13, 2021, doi: 10.32473/edis-in1292-2020.
- [16] I. Muas, A. Nurawan, and Liferdi, *Petunjuk Teknis Budidaya Buah Naga*, Pertama. Jawa Barat: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Barat, 2016.