

Pemodelan Sistem Pakar Diagnosa Hama Penyakit Pada Tanaman Pepaya Dengan Menggunakan Metode Dempster-Shafer

Ahsan Fikri Al Hakim¹⁾, Nurul Hidayat, S.Pd, M.Sc.²⁾, Sutrisno, Ir., M.T.³⁾

Program Studi Informatika/Illmu Komputer Universitas Brawijaya, Jl. Veteran No.8 Malang, Informatika
email : [ahsanfikri\[at\]gmail.com](mailto:ahsanfikri@gmail.com)¹⁾, [ntayadih\[at\]ub.ac.id](mailto:ntayadih@ub.ac.id)²⁾, [triso\[at\]ub.ac.id](mailto:triso[at]ub.ac.id)³⁾

ABSTRAK

Pepaya (*Carica Pepaya L.*) merupakan jenis buah tropis yang mengandung banyak vitamin dan mineral. Indonesia menjadi salah satu Negara yang secara konsisten menjadi penghasil utama pepaya di dunia. Namun menurut data Badan Pusat Statistik, produksi buah pepaya di Indonesia pada tahun 2010 menurun sekitar 12,6% dibanding tahun 2009, yaitu dari 772.844 ton menjadi 675.801 ton (Utari Saraswati et al. 2013). Penurunan hasil panen tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti faktor iklim yang tidak menentu serta serangan hama dan penyakit. Di sisi lain menurut pakar hama penyakit tanaman pepaya dari BPTP Jawa Timur Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S, penyuluh dan petani masih memiliki pemahaman yang rendah tentang hama penyakit pada tanaman pepaya meskipun sudah diberikan training karena beberapa hama penyakit memiliki gejala yang hampir sama. Kemudian satu tanaman pepaya dapat terserang lebih dari satu jenis hama penyakit. Karena pentingnya diagnosa hama penyakit pada tanaman pepaya dibutuhkan sebuah sistem pakar untuk membantu petani dan penyuluh dalam mendiagnosa hama penyakit pada tanaman pepaya serta diharapkan dengan adanya sistem tersebut produksi pepaya semakin meningkat. Dalam sistem pakar ini dibutuhkan sebuah metode untuk mempermudah pengguna dalam melakukan diagnosa hama penyakit pada tanaman pepaya. *Dempster-Shafer* adalah salah satu teori matematika untuk pembuktian berdasarkan *belief functions and plausible reasoning* (fungsi kepercayaan dan pemikiran yang masuk akal), yang digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi terpisah (bukti) untuk mengkalkulasi kemungkinan dari suatu peristiwa (Dahria, 2013). Dalam sistem ini pengguna memasukkan gejala-gejala pada tanaman pepaya dan sistem akan memberikan hasil keluaran berupa diagnosa hama penyakit yang dialami oleh tanaman pepaya tersebut. Hasil pengujian menunjukkan uji validasi fungsional sistem sebesar 100% dan hasil uji akurasi sebesar 96%.

Kata Kunci : Pepaya, Diagnosa, Sistem pakar, *Dempster-shafer*.

ABSTRACT

Papaya (Carica Pepaya L.) is a kind of tropical fruit that contain many vitamin and minerals. Indonesia is one of the country that consistently produces Papaya. But, according to Indonesian's BPP (Badan Pusat Statistik) production of Papaya decreased around 12.6% in 2010 from 772.844 ton to 675.801 ton[BPS-13]. This Decrease is caused from some factor, like uncertain climate, pests, and sickness. According to Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S. only have low knowledge about Papaya's pests although they are already get training because some of the sickness have similar symptoms and one Papaya can get more than one kind of pest and sickness. Because of the importance of diagnosing Papaya's pest, there is a need for Expert System that can help farmer and instructor diagnosing Papaya's pest and this expert system also expected so that it can help increasing Papaya's production. This Expert System needs a method that can help user in diagnosing Papaya's pest,. One of the Mathematic theory for proving based from belief functions and plausible reasoning is Dempster-Shafer, that used to calculate and combine piece of separate information (evidence) to calculate chance of event[DAH-13]. In this system, user input some symptom of Papaya's pest and then system will display the result. The result will be displayed as diagnose of the pest. Test result shows Functional Validation Test is 100% while Accuration Test is 92%.

Keywords : *Papaya, Diagnose, Expert system, Dempster-shafer.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pepaya (*Carica Pepaya L.*) merupakan jenis buah tropis yang buahnya manis dan dagingnya berwarna kuning kemerahan. buah pepaya mengandung banyak vitamin terutama vitamin B9, vitamin C, dan vitamin E. Selain vitamin pepaya juga mengandung mineral seperti fosfor, magnesium, zat besi dan

kalsium. Buah pepaya selain dikonsumsi langsung juga dapat diolah menjadi produk. salah satu produk olahan pepaya yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia adalah manisan pepaya [FIT-13]. Selain itu pepaya juga banyak bermanfaat sebagai obat penyakit seperti sembelit, paru-paru lemah, *bronchitis*, kanker, dan lain-lain.

Berdasarkan data statistik Food & Agriculture Organization (FAO) mengenai

total produksi pepaya, Indonesia merupakan negara yang secara konsisten menjadi penghasil utama buah pepaya di dunia, setelah India, Brazil, Meksiko dan Nigeria. Namun, produksi pepaya di Indonesia tersebut mengalami penurunan pada tahun 2010 [FAO-12]. Menurut data Badan Pusat Statistik, produksi buah pepaya di Indonesia pada tahun 2010 menurun sekitar 12,6% dibanding tahun 2009, yaitu dari 772.844 ton menjadi 675.801 ton [BPS-13]. Penurunan hasil panen tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti faktor iklim yang tidak menentu serta serangan hama dan penyakit. Hema & Prasad (2004) melaporkan bahwa produksi buah pepaya dapat mengalami penurunan hasil panen sampai 85 – 90% akibat infeksi Pepaya ringspot virus (PRSV). Di sisi lain menurut pakar hama penyakit tanaman pepaya dari BPTP Jawa Timur Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S, penyuluh dan petani masih memiliki pemahaman yang rendah tentang hama penyakit pada tanaman pepaya meskipun sudah diberikan training karena beberapa hama dan penyakit memiliki gejala yang hampir sama. Kemudian satu tanaman pepaya dapat terserang lebih dari satu jenis hama penyakit. Oleh sebab itu karena pentingnya diagnosa hama penyakit pada tanaman pepaya dibutuhkan sebuah sistem pakar untuk membantu petani dan penyuluh dalam mendiagnosa hama penyakit pada tanaman pepaya serta diharapkan dengan adanya sistem tersebut produksi pepaya semakin meningkat.

Kemajuan teknologi dan informasi saat ini membuat semakin banyak perangkat lunak yang dapat membantu dan memudahkan kehidupan manusia. Sistem pakar adalah bagian dari kecerdasan buatan yang mengandung pengetahuan dan pengalaman pakar yang dimasukkan ke dalam satu area pengetahuan tertentu untuk memecahkan berbagai masalah yang bersifat spesifik [PPM-11]. Pengetahuan yang akan direpresentasikan ke dalam sistem pakar penuh dengan unsur ketidakpastian dan kesamaran. salah satu cara untuk mengatasi permasalahan ketidakpastian tersebut adalah dengan menggunakan metode Dempster-Shafer. Dempster-Shafer adalah salah satu teori matematika untuk pembuktian berdasarkan belief functions and plausible reasoning (fungsi kepercayaan dan pemikiran yang masuk akal), yang digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi

terpisah (bukti) untuk mengkalkulasi kemungkinan dari suatu peristiwa [DAH-13].

Pada penelitian sebelumnya dengan judul ” Sistem pakar diagnosa hama penyakit Pada Tanaman Kelapa Sawit Dengan Metode Dempster-Shafer”, sistem pakar yang digunakan untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman kelapa sawit menggunakan metode Dempster-Shafer. Hasil dari penelitian tersebut berupa pengetahuan penyakit tanaman kelapa sawit, serta nilai kepercayaan berdasarkan metode Dempster-Shafer[MAR-14].

Berdasarkan penjelasan penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini akan dibuat dengan judul ” Pemodelan Sistem Pakar Diagnosa Hama Penyakit Pada Tanaman Pepaya Dengan Menggunakan Metode Dempster-Shafer”. Aplikasi ini akan yang akan dibuat ini diharapkan bisa memberikan informasi yang lebih lengkap dan akurat mengenai hama dan penyakit tanaman pepaya kepada petani guna meminimalisir kerugian dan meningkatkan produktivitas tanaman pepaya.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana memodelkan sistem pakar untuk mendeteksi hama penyakit melalui gejala yang timbul sehingga menghasilkan kesimpulan mengenai penyakit dan hama yang diderita dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*.
2. Bagaimana menguji sistem pakar menggunakan metode *Dempster-Shafer* untuk mendeteksi hama penyakit dari implementasi hasil pengujian aplikasi sistem pakar.

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Memodelkan sistem pakar untuk mendiagnosa hama dan penyakit tanaman pepaya dengan metode Dempster-Shafer.
2. Menguji sistem pakar diagnosa hama dan penyakit tanaman pepaya dengan metode Dempster-Shafer.

1.4 Manfaat

Berdasarkan penjelasan yang telah dipaparkan, maka manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Memberikan kemudahan kepada para petani pepaya dalam proses konsultasi kepada para pakar tanaman pepaya untuk identifikasi hama dan penyakit pada tanaman mereka.
2. Dapat memberikan hasil yang optimal dalam proses identifikasi karena waktu yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit untuk mengenali hama dan penyakit pada tanaman pepaya dibandingkan dengan cara manual.

1.5 Batasan Masalah

Untuk merumuskan permasalahan yang lebih terfokus dan tidak meluas maka dibuat batasan-batasan yang ditentukan pada penelitian ini yaitu :

1. Data – data penelitian dari pakar tanaman pepaya di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jl. Raya Karangploso KM.4 Malang 65152, Jawa Timur.
2. Jenis penyakit pada fokus penelitian tanaman pepaya ini yaitu sebanyak 4 jenis hama dan 4 jenis penyakit.
3. Output yang diperoleh dari aplikasi ini yaitu jenis penyakit beserta penanganan oleh pakar.
4. Basis Data yang digunakan adalah basis data MySQL.
5. Penggunaan aplikasi ini yaitu masyarakat umum khususnya petani tanaman pepaya.
6. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam aplikasi ini adalah bahasa pemrograman PHP.
7. Pengujian yang dilakukan meliputi tingkat validasi dan akurasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pepaya

Pepaya merupakan salah satu komoditas buah-buahan yang paling dicari dan dibutuhkan oleh semua masyarakat di Indonesia.

2.1.1 Hama Pepaya

1. Hama Kutu Sisik

Serangga penghisap ini mengakibatkan tanaman kehilangan cairan pada daun dan batang yang berdampak terhadap penurunan

vigoritas. Serangan yang berat mengakibatkan penguningan dan abnormalitas bentuk daun. Serangan pada batang tanaman muda mengakibatkan mati pucuk, sedangkan pada buah mengakibatkan kegagalan masak terutama pada bagian buah yang terserang. Selain itu ketika tanaman terserang kutu sisik, gejala lain yang timbul adalah permukaan batang, buah, daun penuh dengan kutu sisik. Daun, batang, buah yang terserang hama kutu sisik menjadi busuk.

2. Hama Tungau

Hama ini menyerang tanaman papaya dengan menghisap cairan sel jaringan daun, buah dan batang. Akibat serangannya daun menampilkan gejala klorotik keperak-perakan, selanjutnya daun akan mengering dan berubah warna menjadi kuning kecoklatan dan akhirnya rontok. Jika serangan terjadi pada buah, maka buah yang dihasilkan berbrcak-bercak keriput (*scaring*). Selain itu tungau ini juga berperan sebagai vector beberapa jenis virus.

3. Hama Kutu Aphids

Serangan berat mengakibatkan tanaman menjadi kerdil dan layu. Daun mengalami nekrotis serta warnanya menjadi tidak normal. Pada bagian yang terserang akan banyak terdapat embun gula di mana semut bergerombol. Serangan tingkat lanjut daun menjadi menggulung

4. Hama Lalat Buah (*Toxotrypana Curvicauda*)

Pada buah yang hamper masak terdapat bintik-bintik hitam bekas tusukan ovipositor lalat buah betina ketika memasukan telur ke dalam jaringan buah. Larva yang baru menetas segera mendapat pakan yang berlimpah. Larva menggunakan alat mulutnya yang berupa kait tajam untuk mengorek daging buah sambil mengeluarkan enzim perusak atau pencernaan yang berfungsi melunakkan daging buah sehingga mudah disodot dan dicerna. Enzim ini juga memperkuat pembusukan, buah berwarna coklat, tidak menarik dan terasa pahit bila dimakan. Selanjutnya buah akan mengeluarkan aroma kuat yang diduga berasal dari senyawa alcohol. Apabila aktivitas pembusukan sudah mencapai tahap lanjut buah akan jatuh ke tanah bersamaan dengan

masaknya larva lalat buah yang siap memasuki fase pupa.

2.1.2 Penyakit pada tanaman pepaya

1. Penyakit Busuk Akar dan Pangkal Batang

Mula-mula daun bawah layu, menguning dan menggantung di sekitarr batang sebelum rontok. Seterusnya daun-daun yang agak muda juga menunjukkan gejala yang sama, sehingga tanaman hanya mempunyai sedikit daun-daun kecil di puncaknya. Akhirnya tanaman mati. Jika digali akar lateral membusuk, menjadi masa berwarna coklat tua, lunak, dan seringkali berbau tidak enak. Serangan parah dapat merusak akar tunggang sampai pangkal batang. Jamur ini juga bisa menyerang tanaman dalam pembibitan yang dikenal dengan penyakit semai *damping off*. Serangan pada buah dimulai dari dekat tangkai yang ditandai dengan adanya miselium berwarna putih seperti beludru.

2. Penyakit Layu bakteri

Tangkai daun dan batang yang masih hijau terdapat bercak-bercak kebasah-basahan. Pada tanaman muda daun menguning dan membusuk. Setelah beberapa lama bagian tunas-tunas muda mengalami kematian. Pada helaian daun yang besar terdapa bercak-bercak kering yang bentuknya tidak teratur, selanjutnya meluas sepanjang tulang-tulang daun. Jika penyakit telah menyerang batang, batang akan membusuk, semua daunnya akan gugur dan pada akhirnya diikuti oleh matinya seluruh tanaman.

3. Penyakit Ringspot Virus

Gejala awal virus ini mengakibatkan warna kekuningan dan transparansi tulang-tulang daun muda. Pada daun terdapat bercak kuning dan kadang-kadang daun seperti terpelintir dengan bentuk yang tidak teratur. Terdapat garis-garis hijau gelap dan bercak seperti cincin pada tangkai daun dan batang. Pada buah bercak seperti cincin atau mirip huruf C ini berwarna lebih gelap daripada kulit buah pepaya. Pada buah yang sudah masak bercak seperti cincin ini berwarna orange sampai coklat gelap.

4. Penyakit Busuk Buah (Antraknose)

Serangan pada buah muda ditandai dengan munculnya bercak kecil kebasah-basahan. Bagian ini mengeluarkan getah yang berbentuk bintik. Serangan pada buah muda berkembang sangat lambat dan akan berkembang cepat saat buah menjelang masak. Pada buah yang menjelang matang muncul bercak-bercak kecil bulat kebasah-basahan berwarna coklat kemerahan. Pada waktu buah matang bercak ini membesar dengan cepat, membentuk bercak bulat berwarna coklat kemerahan agak mengendap. Selanjutnya jamur membentuk masa spora yang berwarna jingga/merah jambu pada pusat bercak. Infeksi pada daun ditandai dengan munculnya bercak kecil kebasahan dengan bentuk tidak teratur. Bercak membesar dengan warna coklat muda. Bercak-bercak ini dapat bersatu sehingga menjadi sangat besar. Bercak yang sudah tua mempunyai pusat berwarna putih kelabu. Pada pusat bercak yang sudah tua terdapat bintik hitam yang terdiri dari badan buah (*aservulusi*) jamur.

2.2 Teori Dempster-Shaver

Teori Dempster-Shafer adalah suatu teori matematika untuk pembuktian berdasarkan *belief functions and plausible reasoning* (fungsi kepercayaan dan pemikiran yang masuk akal), yang digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi yang terpisah (bukti) untuk mengkalkulasi kemungkinan dari suatu peristiwa. Teori ini dikembangkan oleh Arthur P. Dempster dan Glenn Shafer.

Secara umum teori *Dempster-Shafer* ditulis dalam suatu interval: $[Belief, Plausibility]$. *Belief* (Bel) adalah ukuran kekuatan evidence dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Jika bernilai 0 maka mengindikasikan bahwa tidak ada evidence, dan jika bernilai 1 menunjukkan adanya kepastian. *Plausibility* (Pls) akan mengurangi tingkat kepastian dari evidence. *Plausibility* bernilai 0 sampai 1. Jika yakin akan X , maka

dapat dikatakan bahwa $Bel(X^*) = 1$, sehingga rumus nilai dari $Pls(X) = 0$ [HES-].

Misalkan : $\theta = \{GK, BK, PT, DBM\}$ Dengan :

GK = Garis Kuning PT = Busuk Tajuk;

BK = Busuk kuncup DBM = Busuk pucuk.

Tujuannya adalah membangkitkan kepercayaan elemen-elemen θ . Tidak semua evidence secara langsung mendukung tiap-tiap elemen. Sebagai contoh, kuncup yang bewarna kecoklatan dan membusuk mungkin hanya mendukung $\{GK, PT, DBM\}$, Untuk itu perlu adanya probabilitas densitas (m). Nilai m tidak hanya mendefinisikan elemen-elemen θ saja, namun juga semua subsetnya. Sehingga jika θ berisi n elemen, maka subset dari θ semua berjumlah 2^n . Jadi harus ditunjukkan bahwa jumlah semua m dalam subset θ sama dengan 1. Andaikan tidak ada informasi apapun untuk memilih ke empat hipotesis tersebut, maka nilai: $M\{\theta\} = 1,0$ Jika kemudian diketahui bahwa kuncup yang bewarna kecoklatan dan membusuk merupakan gejala dari busuk kuncup, busuk batang dan busuk pucuk dengan $m = 0,8$, maka: $M\{GK, BK, DBM\} = 0,8$ $M\{\theta\} = 1 - 0,8 = 0,2$

Andaikan diketahui X adalah subset dari θ , dengan m_1 sebagai fungsi densitasnya, dan Y juga merupakan subset dari θ dengan m_2 sebagai fungsi densitasnya, maka dapat dibentuk fungsi kombinasi m_2 sebagai m_3 , yaitu $m_3(Z) = m_2$. Adapun rumusan persamaan *Dempster-Shafer* ditunjukkan pada persamaan 2.1.

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X) \cdot m_2(Y)}$$

Persamaan 2.1 Rumus persamaan *Dempster-Shafer*

Dengan :

$m_1(X)$ adalah mass function dari evidence X

$m_2(Y)$ adalah mass function dari evidence Y

$m_3(Z)$ adalah mass function dari evidence Z

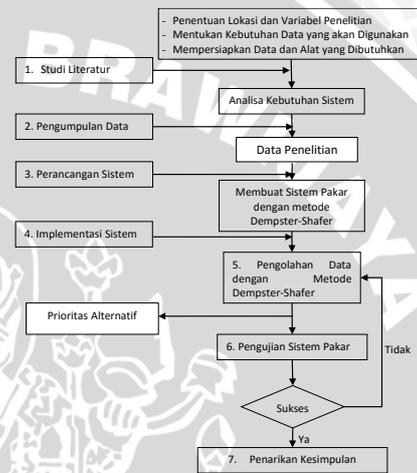
κ adalah jumlah conflict evidence

Nilai yang dihasilkan dari teori ini berupa persentase tiap elemen-elemen θ , dan juga semua subset-nya. Makin rendah persentase frame of discernment menggambarkan makin

baik tingkat pemahaman user dalam materi tersebut. Penilaian diberikan kepada elemen-elemen berdasarkan hasil persentasi ini.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini akan dibahas metodologi yang digunakan dalam skripsi ini, meliputi : studi literatur, pengumpulan data, analisa kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, serta kesimpulan. Berikut diagram alir yang digunakan dalam metodologi ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memahami konsep serta mempelajari dasar teori yang nantinya akan digunakan untuk menunjang penelitian mengenai metode *Dempster-Shafer*. Penelitian ini menggunakan literatur yang diperoleh dari jurnal, buku, penelitian sebelumnya, internet, dan juga bimbingan dari dosen pembimbing.

3.2 Pengambilan Data

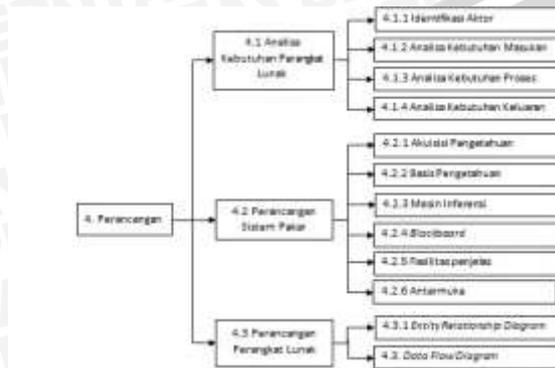
Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan di BPTP Karangploso. Variabel penelitian pada skripsi ini adalah jenis hama penyakit apa yang menyerang tanaman pepaya berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Selain hasil diagnosis penyakit tanaman pepaya, sistem pakar ini juga menghasilkan solusi penanganan yang perlu dilakukan sesuai

dengan hasil diagnosis. Hipotesis dari penelitian ini adalah membuat sistem pakar untuk menentukan jenis penyakit apakah yang menyerang tanaman pepaya dan bagaimana solusi penanganan dari penyakit tersebut.

4. PERANCANGAN

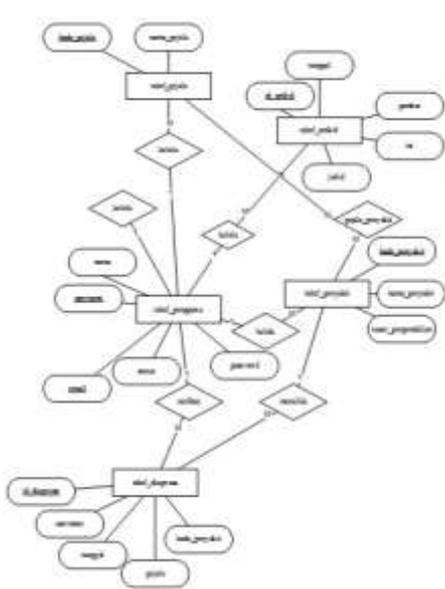
4.1 Perancangan Perangkat Lunak Sistem Diagnosa Hama Penyakit Tanaman Pepaya

4.1.1 Diagram Perancangan



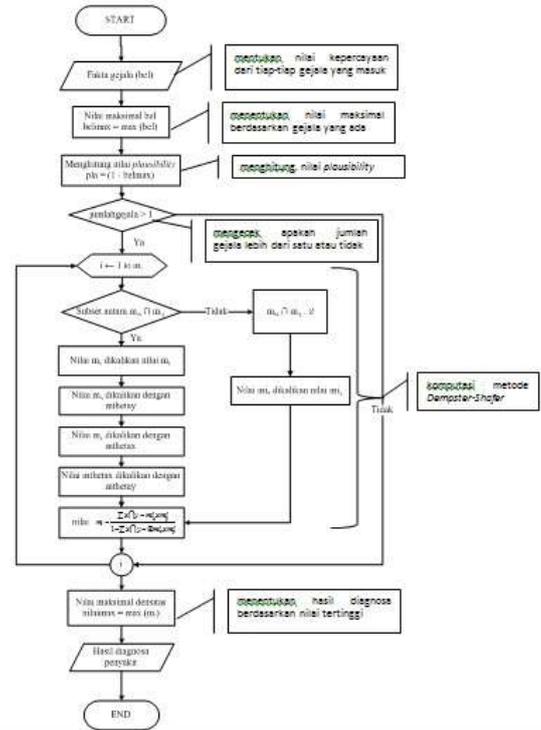
Gambar 4.1 Diagram alir perancangan sistem
Sumber: Perancangan

4.1.2 ERD



Gambar 4.2 Rancangan ERD
Sumber: Perancangan

4.1.3 Rancangan Algoritma



Gambar 4.3 Rancangan Algoritma
Sumber: Perancangan

4.2 Perancangan Aplikasi Sistem Metode Dempster-Shafer

4.2.1 Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan adalah transformasi suatu keahlian dalam menyelesaikan permasalahan dari sumber pengetahuan atau pakar ke dalam komputer dan meletakkannya ke dalam basis pengetahuan dengan format tertentu. Pada tahapan ini seorang Knowledge Engineer berusaha memahami suatu pengetahuan untuk selanjutnya dipindahkan ke dalam basis pengetahuan. Pengetahuan Knowledge Engineer tidak hanya berasal dari pakar, namun juga dapat berasal dari buku, internet, dan literatur lainnya. Metode yang digunakan dalam akuisisi pengetahuan, antara lain adalah wawancara dan analisa protocol (aturan).

4.2.2 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan berisi tentang pengetahuan yang diperlukan untuk memecahkan suatu permasalahan. Basis pengetahuan mempunyai dua elemen dasar yaitu fakta dan aturan



husus yang mengarahkan pengguna pengetahuan untuk memecahkan permasalahan dalam domain tertentu. Basis pengetahuan merupakan inti dari pembuatan aplikasi sistem pakar dimana basis pengetahuan ini merupakan representasi pengetahuan dari pakar. Tabel Nilai densitas gejala dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nilai densitas gejala

No	Gejala	Nilai Densitas Tiap Gejala							
		H1	H2	H3	H4	P1	P2	P3	P4
1	Permukaan batang, buah dan daun penuh dengan kutu sisik	0.9	0	0	0	0	0	0	0
2	Daun, batang dan buah yang terserang menjadi busuk	0.75	0	0	0	0.1	0	0	0
3	Serangan pada batang tanaman muda mengakibatkan mati pucuk	0.25	0	0	0	0	0	0	0
4	Pada daun terdapat keperak-perakan	0	0.9	0	0	0	0	0	0
5	Daun mengering dan berubah warna menjadi kuning kecoklatan	0	0.5	0	0	0	0	0	0
6	Pada buah terdapat bercak-bercak keriput	0	0.5	0	0	0	0	0	0
7	Daun menggulung	0	0	0.9	0	0	0	0	0
8	Terdapat banyak embun gula yang disukai semut	0	0	0.75	0	0	0	0	0
9	Daun mengalami nekrosis serta warnanya menjadi tidak normal	0.25	0.1	0.5	0	0	0	0.25	0
10	Tanaman menjadi kerdil dan layu	0	0.5	0.25	0	0	0	0.75	0
11	Pada buah yang hampir masak terdapat bintik-bintik hitam bekas tusukan ovipositor lalat buah betina	0	0	0	0.75	0	0	0	0
12	Buah berwarna coklat, tidak menarik, dan terasa pahit bila dimakan	0	0	0	0.5	0	0	0	0
13	Buah mengeluarkan aroma alkohol	0	0	0	0.5	0	0	0	0
14	Buah jatuh ke tanah	0.25	0	0	0.5	0	0	0	0.75
15	Daun bawah layu, menguning dan menggantung di sekitar batang sebelum rontok	0	0	0	0	0.9	0	0	0
16	Akar lateral membusuk,	0	0	0	0	0.75	0	0	0

	berbau tidak enak.								
17	Tanaman berdaun sedikit	0	0.1	0	0	0	0.5	0	0.5
18	Dekat tangkai buah terdapat miselum berwarna putih seperti beludru	0	0	0	0	0	0.5	0	0
19	Tanaman Mati	0.75	0	0	0	0	0.1	0.5	0
20	Batang busuk, daun gugur dan tanaman mati	0.1	0	0	0	0	0.5	0.75	0
21	Pada tangkai daun dan batang yang masih hijau terdapat bercak kebasah-basahan	0	0	0	0	0	0	0.5	0
22	Terdapat bercak-bercak kering yang bentuknya tidak teratur, sepanjang tulang-tulang daun	0	0	0	0	0	0	0.25	0
23	Tulang-tulang daun muda berwarna kuning transparan	0	0	0	0	0	0	0	0.9
24	Terdapat garis-garis hijau gelap dan bercak seperti cincin pada tangkai daun dan batang	0	0	0	0	0	0	0	0.75
25	Pada daun terdapat bercak kuning, daun seperti terpelintir	0	0	0	0	0	0	0	0.5
26	Pada buah terdapat bercak seperti cincin	0	0	0	0	0	0	0	0.25
27	Pada buah menjelang matang terdapat bercak-bercak bulat besar kebasah-basahan berwarna coklat kemerahan, mengendap, di tengahnya terdapat spora berwarna jingga	0	0	0	0	0	0	0	0.9
28	Pada buah muda terdapat bercak kecil kebasah-basahan.	0	0	0	0	0	0	0	0.5

Sumber: Perancangan

5. IMPLEMENTASI

implementasi antarmuka ini akan diberikan gambaran setiap hasil dari tahapan implementasi *Dempster-Shafer* untuk diagnosa hama penyakit tanaman papaya.



Gambar 5.1 tampilan awal



Gambar 5.2 Tampilan Halaman Diagnosa



Gambar 5.3 Tampilan Hasil Diagnosa

6. PENGUJIAN DAN ANALISIS

6.1 Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi digunakan untuk dapat mengetahui tingkat akurasi yang didapatkan oleh metode *Dempester-Shafer*. Pengujian akurasi melakukan perhitungan validitas terhadap hasil diagnosa pakar dan hasil diagnosa system.

Hasil pengujian akurasi sistem pakar dari 25 data kasus yang telah diuji ditunjukkan pada Tabel 6.1.

Tabel Error! No text of specified style in document..1 Pengujian akurasi hasil diagnosa sistem dengan pakar

Kasus	Gejala yang Diderita	Hasil Diagnosa Pakar	Hasil Diagnosa Sistem	Akurasi Sistem	Keterangan
1.	<ul style="list-style-type: none"> Daun, batang dan buah yang terserang menjadi busuk (G02) Serangan pada batang tanaman muda 	Hama Kutu Sisik	Hama Kutu Sisik	1	Hama Kutu Sisik merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan

	<ul style="list-style-type: none"> mengakibatkan mati pucuk (G03) Tanaman Mati (G19) 				arkan gejala-gejala ini
2.	<ul style="list-style-type: none"> Daun mongering dan berubah warna menjadi kuning kecoklatan (G05) Pada buah terdapat bercak-bercak keriput (G06) Daun mengalami nekrotis serta warnanya menjadi tidak normal (G09) 	Hama Tungau	Hama Tungau	1	Hama Tungau merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
3.	<ul style="list-style-type: none"> Terdapat banyak embun gula yang disukai semut (G08) Daun mengalami nekrotis serta warnanya menjadi tidak normal (G09) Tanaman Mati (G19) 	Hama Kutu Aphids	Hama Kutu Aphids	1	Hama Kutu Aphids sebagai nilai tertinggi yang memiliki nilai kepercayaan yang sama sehingga hasil sistem benar
4.	<ul style="list-style-type: none"> Buah berwarna coklat, tidakmenarik, dan terasa pahit bila dimakan (G12) Buah mengeluarkan aroma alkohol (G13) Buah jatuh ketanah (G14) Batang busuk, 	Hama Lalat Buah	Hama Lalat Buah	1	Hama Lalat Buah sebagai nilai tertinggi yang memiliki nilai kepercayaan yang sama sehingga

	daun gugur dan tanaman mati (G20)				hasil sistem benar
5.	<ul style="list-style-type: none"> Akar lateral membusuk, berbau tidak enak. (G16) Tanaman berdaun sedikit (G17) Dekat tangkai buah terdapat miselium berwarna putih seperti beludru (G18) 	Busuk akar dan Pangkal Batang	Busuk akar dan Pangkal Batang	1	Busuk akar dan Pangkal Batang merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
6.	<ul style="list-style-type: none"> Batang busuk, daun gugur dan tanaman mati (G20) Pada tangkai daun dan batang yang masih hijau terdapat bercak kebasah-basahan (G21) Terdapat bercak-bercak kering yang bentuknya tidak teratur, sepanjang tulang-tulang daun (G22) 	Layu Bakteri	Layu Bakteri	1	Layu bakteri sebagai nilai tertinggi yang memiliki nilai kepercayaan yang sama sehingga hasil sistem benar
7.	<ul style="list-style-type: none"> Pada daun terdapat bercak kuning, daun seperti terpelintir (G25) Pada buah bercak seperti cincin (G26) 	Ringspot virus	Ringspot virus	1	Ringspot virus merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
8.	<ul style="list-style-type: none"> Pada buah 	Busuk	Busuk	1	Busuk

	muda terdapat bercak kecil kebasah-basahan. (G28)	Buah Antraknose	Buah Antraknose		buah antraknose merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
9.	<ul style="list-style-type: none"> Serangan pada batang tanaman muda mengakibatkan kematian pucuk (G03) Pada daun terdapat keperakerperakan (G05) Pada buah terdapat bercak-bercak keriput (G06) 	Hama Tungau	Hama Tungau	1	Hama Tungau merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
10.	<ul style="list-style-type: none"> Pada buah terdapat bercak-bercak keriput (G06) Terdapat banyak embun gula yang disukai semut (G08) 	Hama Kutu Aphids	Hama Kutu Aphids	1	Hama Kutu Aphids merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
11.	<ul style="list-style-type: none"> Dekat tangkai buah terdapat miselium berwarna putih seperti beludru (G18) Terdapat bercak-bercak kering yang bentuknya tidak teratur, sepanjang tulang- 	Busuk akar dan Pangkal batang	Busuk akar dan Pangkal batang	1	Busuk akar dan Pangkal batang merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala

	tulang daun (G22)				ini
12.	<ul style="list-style-type: none"> Terdapat banyak embun gula yang disukai semut (G08) Tanaman menjadi kerdil dan layu (G10) Akar lateral membusuk, berbau tidak enak. (G16) 	Hama Kutu Aphids	Hama Kutu Aphids	1	Hama Kutu Aphids merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
13.	<ul style="list-style-type: none"> Akar lateral membusuk, berbau tidak enak. (G16) Tanaman Mati (G19) Pada buah becak seperti cincin (G26) 	Busuk akar dan pangkal batang	Busuk akar dan pangkal batang	1	Busuk akar dan pangkal batang merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
14.	<ul style="list-style-type: none"> Batang busuk, daun gugur dan tanaman mati (G20) Tulang-tulang daun muda berwarna kuning transparan (G23) Terdapat garis-garis hijau gelap dan becak seperti cincin pada tangkai daun dan batang (G24) 	Ringspot virus	Ringspot virus	1	Ringspot virus merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
15.	<ul style="list-style-type: none"> Buah berwarna coklat, tidakmenarik, dan terasa pahit bila dimakan (G12) Buah jatuh ke tanah 	Hama Lalat Buah	Hama Lalat Buah	1	Hama Lalat Buah merupakan nilai kepercayaan tertinggi

	(G14)				gi berdasar gejala-gejala ini
	<ul style="list-style-type: none"> Pada daun terdapat becak kuning, daun seperti terpelintir (G25) 				
16.	<ul style="list-style-type: none"> Permukaan batang, buah dan daun penuh dengan kutu sisik (G01) Buah jatuh ke tanah (G14) Batang busuk, daun gugur dan tanaman mati (G20) 	Hama Kutu sisik	Hama Kutu sisik	1	Hama Kutu Sisik merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
17.	<ul style="list-style-type: none"> Buahberwarna coklat, tidakmenarik, danterasa pahitbiladimakan (G12) Buahjatuh ketanah (G14) 	Hama Lalat Buah	Hama Lalat Buah	1	Hama Lalat Buah merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
18.	<ul style="list-style-type: none"> Tanaman Mati (G19) Pada tangkai daun dan batang yang masih hijau terdapat becak kebasah-basahan (G21) Terdapat becak-becak kering yang bentuknya tidak teratur, sepanjang tulang-tulang daun (G22) 	Layu Bakteri	Layu Bakteri	1	Layu Bakteri merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
19.	<ul style="list-style-type: none"> Daun, batang dan buah yang terserang menjadi busuk 	Hama Kutu Aphids	Hama Kutu Aphids	1	Hama Kutu Aphids merupakan

	(G02) • Terdapat banyak embun gula yang disukai semut (G08) • Daun mengalami nekrotis serta warnanya menjadi tidak normal (G09)				akan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini				sa pakar tidak sesuai dengan diagnosis sistem	
20.	• Tanaman Mati (G19) • Batang busuk, daun gugur dan tanaman mati (20) • Pada buah menjelang matang terdapat bercak-bercak bulat besar kebasah-basahan berwarna coklat kemerahan, mengendap, di tengahnya terdapat spora berwarna jingga (G27)	Busuk Buah Antraknose	Busuk Buah Antraknose	1	Busuk buah antraknose merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini		Hama Tungau/Ringspot Virus	Hama Tungau	0	Hama Tungau merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini, sehingga diagnosis pakar tidak sesuai dengan diagnosis sistem.
21.	• Buah jatuh ketanah (G14)	Busuk buah antraknose/Hama Lalat Buah	Busuk buah antraknose/Hama Lalat Buah/Hama Kutu Sisik	0	Busuk buah antraknose, Hama Lalat Buah, dan Hama Kutu Sisik mempunyai nilai kepercayaan yang sama tinggi berdasarkan gejala ini, sehingga diagnosis		Ringspot Virus	Ringspot Virus	1	Ringspot virus merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
22.	• Pada buah terdapat bercak-bercak keriput (G06) • Tanaman menjadi kerdil dan layu (G10) • Tanaman berdaun sedikit (G17)									
23.	• Daun mengalami nekrotis serta warnanya menjadi tidak normal (G09) • Tulang-tulang daun muda berwarna kuning transparan (G23) • Pada buah bercak seperti cincin (G26)									
24.	• Pada buah terdapat bercak-bercak keriput (G06) • Pada buah yang hampir masak terdapat	Busuk Buah Antraknose	Busuk Buah Antraknose						1	Busuk buah antraknose merupakan nilai kepercayaan tertinggi

	<p>bintik-bintik hitam bekas tusukan ovipositor lalat buah betina (G11)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pada buah menjelang matang terdapat becak-becak bulat besar kebasah-basahan berwarna coklat kemerahan, mengendap, di tengahnya terdapat spora berwarna jingga (G27) 				gi berdasarakan gejala-gejala ini
25.	<ul style="list-style-type: none"> • Daun, batang dan buah yang terserang menjadi busuk (G02) • Daun mengering dan berubah warna menjadi kuning kecoklatan (G05) • Daun bawah layu, menguning dan menggantung di sekitar batang sebelum rontok (G15) 	Busuk Akar dan Pangkal Batang	Busuk Akar dan Pangkal Batang	1	Busuk akar dan pangkal batang merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarakan gejala-gejala ini

Hasil akurasi bernilai 1 berarti keluaran dari perhitungan sistem sama dengan hasil diagnosa pakar, sebaliknya jika hasil akurasi bernilai 0 artinya keluaran dari diagnosa sistem tidak sama dengan diagnosa pakar. Berdasarkan tabel diatas dilakukan perhitungan akurasi menggunakan persamaan 2.2 dan menghasilkan nilai akurasi sebagai berikut.

$$\text{Nilai akurasi} = \frac{23}{25} \times 100\% = 92\%$$

Dapat disimpulkan bahwa akurasi sistem pakar berdasarkan 25 data yang diuji adalah 92% menunjukkan bahwa sistem pakar ini dapat berfungsi dengan baik yaitu diagnosa sistem sesuai dengan diagnosa pakar.

6.2 Analisis

Akurasi sistem berdasarkan 25 data uji adalah sebesar 92%. Pengujian ini menggunakan 25 data uji yang di dalamnya tidak terdapat gejala spesifik. Pengujian ini bernilai benar jika hasil diagnosa pakar sama dengan hasil diagnosa sistem. Pengujian ini juga bernilai benar jika hasil diagnosa pakar terdapat di dalam hasil diagnosa sistem walaupun sistem mengeluarkan hasil diagnosa lebih dari satu penyakit.

7. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan tahapan perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut.

1. Sistem pakar diagnosa hama penyakit tanaman pepaya dengan metode *Dempster-Shafer* dapat digunakan sebagai salah satu metode untuk mendiagnosa penyakit tanaman pepaya.
2. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan:
 - a. Hasil pengujian fungsionalitas sistem pakar diagnosa tanaman pepaya dengan metode *Dempster-Shafer* memiliki tingkat presentase sebesar 100%.
 - b. Hasil pengujian akurasi sistem pakar diagnosa hama penyakit tanaman pepaya menggunakan metode *Dempster-Shafer* memiliki tingkat presentase sebesar 92%. Akurasi diperoleh dari keberhasilan sistem mendiagnosa 23 kasus uji dengan benar dari 25 kasus uji yang ada.

7.1 Saran

Saran yang diberikan untuk pengembangan sistem dalam penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

- a. Penelitian lebih lanjut dapat menambahkan objek penelitian sehingga dapat menyelesaikan lebih banyak kasus hama penyakit pada tanaman yang lain.
- b. Pada penelitian selanjutnya dapat ditambahkan halaman saran gejala baru

dari pengguna kepada pakar untuk memperbarui gejala hama penyakit.

DAFTAR PUSTAKA

Fitria Apriliani Ramdani, Gebi Dwiyantri, Wiwi Siswaningsih, 2013, "Penentuan Aktivitas Antoksidan Buah Pepaya (*Carica Pepaya L*) dan Produk olahannya Berupa Manisan Pepaya".

Maruli Tua Nahampun, 2014, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Kelapa Sawit Dengan Metode Dempster-Shafer".

Suprapti, 2005, "Tanaman Pepaya".

Prihatini, Putu Manik 2011. "Metode Ketidak Pastian dan Kesamaran dalam Sistem Pakar". Lontar Komputer, Vol.2, No.1, Hal.29.42.

Kusrini. 2008. "Aplikasi Sistem Pakar". ANDI. Yogyakarta

Dahria, M., Silalahi, R., dan Ramadhan M. 2013. "Sistem pakar Metode Dempster Shafer untuk menentukan jenis gangguan perkembangan pada anak". Jurnal SAINTOKOM, XII,(1),1-10.

Arhami, Muhammad. 2005. *Konsep Dasar Sistem Pakar*. Penerbit Andi. Yogyakarta

Kalsifikasi dan Morfologi tanaman Pepaya <http://www.petanihebat.com/2013/12/klasifikasi-dan-morfologi-tanaman-pepaya.html>, diakses pada tanggal 01 Oktober 2015.

Bustami., 2013, *Penerapan Algoritma Naive Bayes Untuk Mengklasifikasi Data Nasabah Asuransi*, *TECHSI: Jurnal Penelitian Teknik Informatika*, Vol. 3, No.2, Hal. 127-146.

Maseleno, Andino, dkk. 2012. *Skin Infection Detection using Dempster-Shafer Theory*.

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2006. *Pengenalan dan Pengendalian Hama dan Penyakit Penting Tanaman Pepaya*.

Sulistyohati, Aprilia, Hidayat, Taufik. 2008. *Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ginjal Dengan Metode Dempster-Shafer*.

Wuryandari, Aryati, Trisnawati, Depi. 2013. *Aplikasi Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Diabetes Melitus Menggunakan Metode Dempster-Shafer*.

Saraswati, Utari, Daryono, Budi Setiadi. 2014. *Karakterisasi Molekular Coat Protein Gene Pepaya Ringspot Virus Pada Tanaman Pepaya (*Carica pepaya L.*) Di Indonesia*.

Marlissa, Julius. 2013. *Pemodelan dan Simulasi Sistem*.

Yuwono, Bambang, Wahyuningsih, Wiwid Puji, Hafsa. 2014. *Sistem Pakar Berbasis Web Untuk Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Anggrek Menggunakan Metode Certainty Factor*.

P, Angga Hardika, Soebroto, Arief Andy, Regasari, Rekyan. 2014. *Aplikasi Sistem Pakar Untuk Identifikasi Hama Dan Penyakit Tanaman Tebu Dengan Metode Naive Bayes Berbasis Web*.