

PERBANDINGAN METODE DEMPSTER SHAFER DAN CERTAINTY FACTOR UNTUK DIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN TERONG (Studi Kasus Dusun Kejoren, Desa Gerbo, Kec. Purwodadi)

Mohammad Hasan Basri, Ali Mahmudi, Nurlaily Vendyansyah
Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
1618055@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Permasalahan yang dihadapi oleh para petani tanaman terong di Dusun Kejoren, Desa Gerbo Kecamatan Purwodadi adalah kerusakan tanaman terong yang disebabkan oleh serangan penyakit. Para petani sering mengalami kerugian pada musim panen, karena tanamannya mati terserang penyakit. Penyakit tersebut biasanya menyerang tanaman petani pada musim penghujan, sehingga tingkat kegagalan panen pada musim penghujan sangat tinggi. Kurangnya pengetahuan petani tentang penyakit dan cara menanggulangi menjadi penyebab dari tanaman terong mudah terserang penyakit.

Pada penelitian ini menggunakan metode *Dempster Shafer* dan *Certainty Factor* untuk membangun sistem pakar diagnosis penyakit tanaman terong. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data gejala, data penyakit, dan data solusi pengendalian yang didapatkan dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur (BPTP), dan divalidasi oleh pakar yang ahli dalam bidang pertanian.

Berdasarkan hasil pengujian dilakukan oleh 1 orang pakar didapatkan presentase setuju 70% dan kurang setuju 30%. Pengujian keakuratan perhitungan pada sistem dan perhitungan perhitungan manual dan didapatkan nilai presentase rata – rata error sebesar 3,65%. Dan metode yang lebih baik antara metode *Dempster shafer* dan *Certainty Factor* adalah metode *Dempster-Shafer* dengan nilai presentase hasil diagnosis yang sama dengan pakar sebesar 80%.

Kata kunci : Sistem Pakar, Terong, *Dempster shafer*, *Certainty Factor*.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan yang dihadapi oleh para petani tanaman terong di Dusun Kejoren, Desa Gerbo Kecamatan Purwodadi adalah kerusakan tanaman terong yang disebabkan oleh serangan penyakit pada tanaman terong. Kebanyakan petani mengalami kegagalan pada saat musim panen karena tanaman terongnya sudah banyak yang mati terserang penyakit seperti penyakit *antraknosa*, layu bakteri, layu fusarium, busuk buah dan ada beberapa jenis penyakit lainnya. Kebanyakan petani tanaman terong mengalami gagal panen pada musim penghujan, karena penyakit – penyakit tersebut sering menyerang pada musim penghujan. Kurangnya pengetahuan petani tentang penyakit yang menyerang tanaman terong juga menjadi salah satu penyebabnya tanaman terong terserang penyakit.

Masalah yang di alami oleh kelompok tani di Dusun Kejoren Desa Gerbo ini dalam bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi dapat diselesaikan dengan teori sistem pakar. Sistem Pakar adalah sebuah sistem yang digunakan untuk memecahkan sebuah masalah menggunakan teknologi komputer dan pengetahuan manusia. Ada banyak metode yang dapat digunakan dalam penyelesaian sistem pakar. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Handayani dan Soegiarto pada tahun 2016 dengan mengembangkan sebuah sistem pakar yang sudah ada. Sistem pakar diagnosis penyakit

tanaman semangka menggunakan metode *Dempster – Shafer* berbasis web[1]. Pada tahun 2014 dilakukan penelitian oleh Mira orisa dan kawan – kawan yang berjudul Sistem pakar diagnosis penyakit kambing berbasis web menggunakan metode *Certainty Factor*. [2].

Pada penelitian ini menggunakan metode *Dempster Shafer* dan *Certainty Factor* untuk pakar diagnosis penyakit tanaman terong. Hasil dari perhitungan kedua metode akan dibandingkan. Data yang digunakan untuk sistem pakar ini adalah berupa data gejala, data penyakit dan data solusi pengendalian yang didapatkan dari seorang pakar yang ahli pertanian dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur (BPTP), sehingga untuk validasi atau kebenarannya dapat dipertanggung jawabkan. Data penelitian yang diperoleh tersebut akan diolah menggunakan sistem pakar dan dihitung dengan menggunakan metode *dempster shafer* dan *certainty factor*. Sistem pakar yang dirancang diwujudkan kedalam sebuah aplikasi komputer berbasis web dan memanfaatkan bahasa pemrograman php dan mysql.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada pembuatan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman terong adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membandingkan metode *Dempster Shafer* dan *Certainty Factor* yang lebih efektif.?

2. Bagaimana membangun sistem pakar di Dusun Kejoren, Desar Gerbo, Kec Purwodadi?
3. Bagaimana mengembangkan sistem pakar berdasarkan data yang diperoleh dari pakar ahli tanaman terong.?
4. Bagaimana cara membandingkan metode *Dempster Shafer* dan *Certainty Factor* pada sistem pakar penyakit tanaman terong.
5. Bagaimana mengembangkan Bahasa pemrograman *php* dan *mysql* database.?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan pada pembuatan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman terong adalah sebagai berikut:

1. Membandingkan *Metode Dempster Shafer* dan *Certainty Factor* untuk diagnosis penyakit tanaman terong, metode mana yang lebih efektif sesuai dengan hasil dari pakar.
2. Membangun sistem pakar penyakit tanaman terong yang menggunakan perbandingan metode *dempster shafer* dan *certainty factor*.
3. Menghasilkan Sistem pakar menggunakan data dari Balai Pengkajian Teknologi Jawa Timur (BPTP) dengan dibimbing pakar ahli Ir. Donald Sihombing.
4. Menghasilkan perbandingan hasil perhitungan setiap metode untuk dicari nilai terbaik untuk menentukan jenis penyakit.
5. Menghasilkan Sistem pakar diagnosis pada penyakit tanaman terong dibangun dengan menggunakan Bahasa pemrograman *php* dan *mysql* sebagai *database*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tanaman terong ungu (*Solanum melongena* L) pembuatan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman terong adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan untuk mengembangkan sistem pakar ini merupakan data jenis penyakit, data gejala dan data pengendalian pada tanaman terong yang di dapatkan dari pakar ahli tanaman terong dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur.
2. Teknik pengambilan keputusan dalam perancangan sistem pakar ini menggunakan nilai probabilitas dari faktor kepastian yang dimiliki pada masing - masing gejala.
3. Metode yang digunakan dalam mengembangkan sistem pakar ini adalah *Dempster – Shafer* dan *Certainty Factor*.
4. *Platform* yang digunakan dalam mengembangkan sistem pakar yang digunakan berbasis web.
5. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengembangkan sistem pakar ini *php* dan *database* yang digunakan *mysql*.
6. Pada website sistem pakar hanya memunculkan hasil diagnosa dari penyakit tanaman terong ungu

(*Solanum melongena* L) dan informasi pengendaliannya.

7. Data yang digunakan untuk penelitian ini berjumlah 7 data penyakit dan 25 data gejala penyakit yang di dapatkan dari pakar ahli dalam bidang pertanian (tanaman terong).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Penelitian yang dilakukan oleh Handayani dan Soegiarto pada tahun 2017 dengan mengembangkan sebuah sistem pakar yang sudah ada. Sistem pakar diagnosis penyakit tanaman semangka menggunakan metode *Dempster – Shafer* berbasis WEB. Hasil dari penelitian ini membantu petani dalam hal mendiagnosis penyakit tanaman semangka dan solusi pengendaliannya, tanpa harus menunggu petugas atau pergi ke Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Holtikultura (BPTPH) untuk melakukan konsultasi. [1]

Penelitian berikutnya yaitu perancangan sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman cabe dengan menggunakan metode *Certainty Factor* yang dilakukan oleh Kurniawan dan Rahmad di tahun 2012 memiliki permasalahan yang dialami oleh para petani yang berupa masalah penyakit pada tanaman cabe mereka yang membuat produksi dan penghasilan para petani menjadi menurun drastis. Sehingga dibutuhkan sebuah system untuk dapat mendiagnosis jenis penyakit dan memberikan solusi untuk pengendaliannya. Dihasilkan sebuah sistem pakar yang menggunakan metode *Certainty Factor* untuk diagnosis penyakit tanaman cabe dan untuk solusi pengendaliannya [3].

Maulana, dkk pada tahun 2016 mengembangkan sebuah sistem pakar dengan menggunakan metode *Dempster–Shafer* penyakit pada tanaman karet OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) yang sangat merugikan petani karet karena menyebabkan penurunan hasil produksi tanaman karetinya [4].

Normawardah pada tahun 2018, melakukan penelitian menggunakan *Certainty Factor*, menjelaskan bahwa banyaknya hambatan para petani tanaman jagung yang disebabkan oleh serangan hama dan penyakit yang mengganggu produksi tanaman jagung yang terserang hama dan penyakit. Sehingga dibuatkan sebuah sistem untuk memudahkan para petani mengetahui informasi jenis penyakit dan hama yang menyerang tanaman jagung serta memberikan solusi untuk pengendalian terhadap tanaman yang terserang penyakit. [5]

Mira orisa dan kawan – kawan pada tahun 2014 melakukan penelitian berjudul Sistem pakar diagnosis penyakit kambing berbasis web menggunakan metode *Certainty Factor*. Sistem pakar untuk diagnosis penyakit pada kambing agar membantu para peternak untuk mendiagnosis jenis penyakit dan mengetahui cara penanganan penyakit dengan menjawab pertanyaan – pertanyaan yang telah diajukan oleh sistem, sehingga dapat menghasilkan

keluaran untuk setiap masukan yang diberikan oleh user (peternak)[2].

2.2. Dasar Teori

2.2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan cabang dari *Artificial intelligence* (AI) yang cukup tua karena sistem ini mulai di kembangkan pada pertengahan 1960. Sistem pakar merupakan istilah yang muncul untuk memecahkan masalah, sistem pakar menggunakan pengetahuan seorang pakar yang dimasukan kedalam komputer.[6]

Sistem pakar dibentuk oleh 2 komponen utama yaitu *knowledge based and inference engin*. Basis pengetahuan adalah proses penyimpanan pengetahuan seorang pakar ke dalam komputer[7]

2.2.2 Dempster Shafer

Dempster Shafer merupakan generalisasi dari *teori Bayesian* probabilitas subjektif. Dimana kebutuhan probabilitas yang akan dibutuhkan untuk setiap pertanyaan dari keinginan, fungsi kepercayaan berdasarkan pada tingkat kepercayaan (percaya diri atau percaya) untuk sebuah pertanyaan dalam probabilitas untuk sebuah pertanyaan tertentu. Kerangka shafer's dapat memberikan kepercayaan mengenai proposi untuk dapat direpresentasikan sebagai interval, diliputi dengan 2 buah nilai, kepercayaan (atau dukungan), $belief \leq plausibility$. [1]

Secara umum Teori *Dempster Shafer* ditulis dengan 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* (Pl) dinotasikan sebagai persamaan 1:

$$Pl(s) = 1 - Bel(s) \dots (1)$$

Plausibility juga bernilai 0 sampai 1. Jika kita yakin akan, maka dapat dikatakan bahwa $Bel(s)=1$, dan $Pl(s)=0$. Andaikan tidak ada informasi apapun untuk memilih hipotesis tersebut, maka nilai: $m\{\emptyset\}=1,0$ Andaikan diketahui X adalah subset dari, dengan m1 sebagai fungsi densitasnya, dan Y juga merupakan subset dari dengan m2 sebagai fungsi densitasnya, maka kita dapat membentuk fungsi kombinasi m1 dan m2 sebagai m3, yaitu sebagai persamaan 2:

$$m1 \oplus m2(Z) = \frac{Em1(X)m2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m1(X)m2(Y)} \dots (2)$$

Keterangan =

$m1 \oplus m2(Z)$ = *mass function* dari *evidence* (Z)

$m1(X)$ = *mass function* dari *evidence* (X)

$m2(Y)$ = *mass function* dari *evidence* (Y)

k= jumlah *evidential conflict*.

2.2.3 Certainty Factor

Certainty Factor (CF) menunjukkan ukuran kepastian terhadap suatu fakta atau aturan. Dalam

menghadapi suatu masalah sering ditemukan jawaban yang tidak memiliki kepastian penuh. Hasil yang tidak pasti disebabkan oleh dua factor yaitu aturan yang tidak pasti dan jawaban pengguna yang tidak pasti atas suatu pertanyaan yang diajukan oleh sistem.

Dalam mengekspresikan derajat keyakinan digunakan suatu nilai yang disebut *Certainty Factor* (CF) untuk mengasumsikan derajat keyakinan seorang pakar terhadap suatu data. [5]

Berikut adalah formulasi dasar dari *Certainty Factor* dalam persamaan3:

$$CF[H.E] = MB[H,E] - MD[H,E] \dots (3)$$

Keterangan:

CF : *Certainty Factor* (faktor kepastian) dalam hipotesis H yang dipengaruhi oleh fakta E.

MB : *Measure of Belief* (tingkat keyakinan), adalah ukuran kenaikan dari kepercayaan hipotesis H dipengaruhi oleh fakta E.

MD : *Measure of Disbelief* (tingkat ketidakpercayaan), adalah kenaikan dari ketidakpercayaan hipotesis H dipengaruhi fakta E.

E : *Evidence* (peristiwa atau fakta).

H : Hipotesis (Dugaan).

2.2.4 Tanaman Terong

Tanaman terong diduga berasal dari Indonesia dan India. Tanaman ini tersebar dan dibudidayakan di banyak Negara, misalnya di daerah Karibia, Malaysia, Afrika Tengah, Afrika Timur, Afrika Barat, Amerika Selatan, dan daerah tropic. Pada umumnya tanaman ini juga dibudidayakan di daerah Eropa bagian selatan, Uni Soviet, dan Selandia Baru. Oleh karena tersebar dibanyak Negara, tidak mengherankan apabila tanaman ini memiliki nama – nama khas di Negara atau di daerah tertentu, misalnya *eggplant, gardenegg, aubergine, melongena, brinjal, eierplant, eirefrucht* (eropa) dan masih banyak lagi sebutannya [8]

3. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Sistem

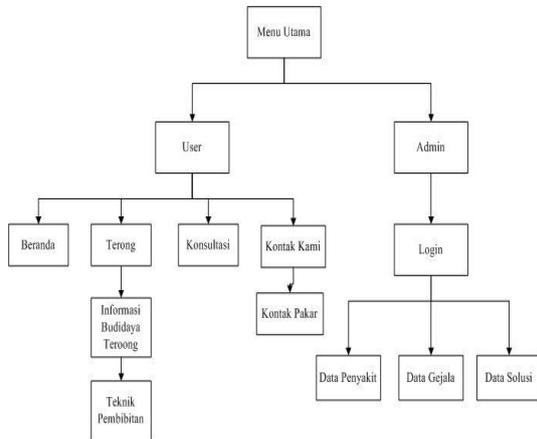
Desain sistem pada sistem pakar diagnosis penyakit tanaman terong dapat di lihat pada Gambar 1. Gambar 1 ditunjukkan interaksi antara user dengan sistem telah dibuat, yang dapat di akses menggunakan personal komputer (PC) atau *Smartphone* melalui web browser yang terhubung dengan koneksi internet.



Gambar 1 Desain Sistem

3.2 Struktur Menu

Pada website sistem pakar diagnosis penyakit tanaman terong ini memiliki 4 menu utama yaitu Menu Beranda, Menu Terong, Menu Kontak Kami dan Menu Login, seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Struktur Menu

3.3 Sistem Pakar

1. Tabel Penyakit

Tabel 1 Tabel Penyakit

KODE	NAMA PENYAKIT
P001	ANTRAKNOSA
P002	BUSUK BUAH
P003	BUSUK LEHER AKAR/ BUSUK PANGKAL BATANG
P004	LAYU BAKTERI
P005	LAYU FUSARIUM
P006	BERCAK DAUN
P007	REBAH SEMAI

2. Tabel Gejala

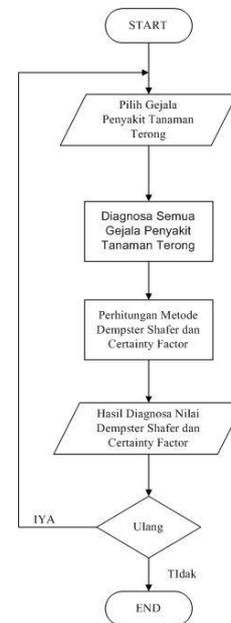
Tabel 2 Tabel Gejala

KODE GEJALA	GEJALA	MB	MD	Belief
G001	Adanya bercak – bercak bulat melekek ke dalam pada buah, lekukan dapat bersatu menjadi bercak besar tidak teratur	0.9	0.1	0.9
G002	Bercak berwarna cokelat dengan titik hitam yang terdiri dari aservulus jamur.	0.9	0.1	0.9
G003	Adanya batang yang membusuk berwarna kehitaman dan basah.	0.9	0.1	0.9
G004	Adanya bercak memanjang pada bagian tengah buah.	0.8	0.2	0.8
G005	Pada kulit buah terlihat bercak coklat	0.8	0.2	0.8
G006	Hampir seluruh daging buah lembek dan membusuk	0.9	0.1	0.9
G007	Buah terong terlepas dari tangkai pada bagian kelopak	0.7	0.3	0.7
G008	Pada pangkal batang (leher akar) ada miselium jamur berwarna putih seperti bulu – bulu halus	0.8	0.2	0.8
G009	Pada pangkal batang yang membusuk, kulit terkelupas dan basah berwarna kecoklatan	0.7	0.3	0.7
G010	Tanaman menjadi layu, rebah dan mati.	0.6	0.4	0.6
G011	Daun tanaman tampak layu.	0.7	0.3	0.7
G012	Jaringan pembuluh kayu berwarna cokelat.	0.8	0.2	0.8
G013	Tampak bergaris – garis kemerahan	0.6	0.4	0.6
G014	Tanaman menjadi kerdil, daunnya layu, dan diikuti kematian tanaman dengan cepat	0.7	0.3	0.7

KODE GEJALA	GEJALA	MB	MD	Belief
G015	Tulang daun tampak menguning, dimulai dari daun tua	0.8	0.2	0.8
G016	Bila batang sudah terserang, seluruh tanaman akan layu.	0.7	0.3	0.8
G017	Cendawan berada di dalam pembuluh kayu dan menyebabkan jaringan tersebut berwarna cokelat.	0.8	0.2	0.8
G018	Tanaman layu pada siang hari	0.8	0.2	0.8
G019	Adanya bercak cokelat berbentuk bulat pada daun tua	0.7	0.3	0.8
G020	Daun Berwarna kuning dan rontok	0.7	0.3	0.8
G021	Bercak daun pada musim hujan akan cepat menyebar keseluruhan daun tanaman	0.6	0.4	0.6
G022	Pangkal batang bibit yang masih lunak tampak busuk dan mongering	0.8	0.2	0.8
G023	Bibit yang terserang akan layu dan mati	0.9	0.1	0.9
G024	Batang bibit muda kebasah – basahan, mengkerut dan akhirnya akan mati	0.8	0.2	0.8
G025	Warna cokelat di pangkal akar dan akar membusuk	0.9	0.1	0.9

3.4 Flowchart

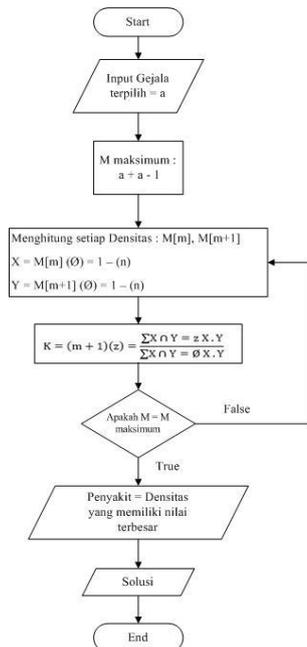
Pada Gambar 3 menjelaskan alur sistem memilih gejala penyakit sesuai dengan gejala penyakit yang dialami petani pada tanaman terongnya, kemudian sistem mengolah data menggunakan metode Dempster Shafer dan Certainty Factor untuk mencari nilai kepercayaan tertinggi untuk menentukan jenis penyakitnya, sehingga sistem menyimpulkan jenis penyakit dan akan memberikan solusi pengendaliannya.



Gambar 3 Flowchart Sistem Pakar

Pada Gambar 4 menjelaskan tentang alur perhitungan dari metode Dempster shafer. Langkah pertama memilih gejala terlebih dahulu kemudian menentukan jumlah densitas maksimum dari gejala terpilih, kemudian menghitung setiap gejala terpilih

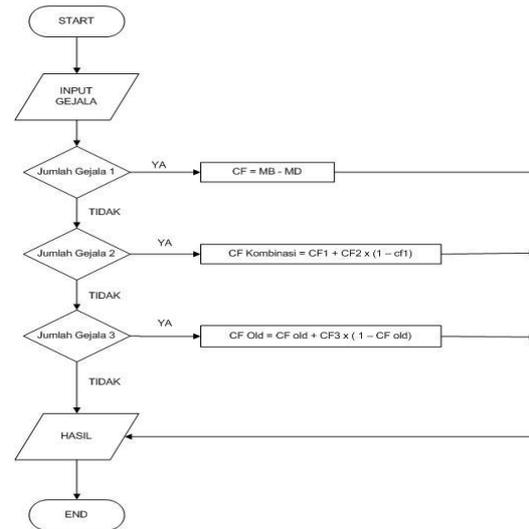
untuk mencari nilai densitas dari setiap gejala penyakitnya.



Gambar 4 Flowchart Metode Dempster Shafer

Jadi perhitungannya membandingkan satu persatu setiap gejala terpilih untuk mencari nilai densitas terbesar dan mencari nilai kombinasi dari setiap gejala yang dihitung. Dilakukan semua perhitungan terhadap gejala terpilih sampai M atau Densitas maksimum terpenuhi atau semua gejala selesai dihitung. Untuk dapat menentukan jenis penyakit yang menyerang tanaman terong dicari nilai densitas yang terbesar dari perbandingan gejalanya maka akan muncul jenis penyakit dan akan ada solusi pengendaliannya.

Pada Gambar 5 menjelaskan tentang alur metode *Certainty Factor*. Sistem memilih gejala yang akan di diagnosis menggunakan metode *Certainty Factor* sesuai dengan gejala yang dialami pada penyakit tanaman terong. kemudian sistem menentukan jumlah gejala yang dipilih jika jumlah gejala berjumlah 1, maka rumus yang digunakan adalah “CF = MB – MD” dan jika jumlah gejala yang dipilih dengan penyakit sama berjumlah 2, maka rumus yang digunakan adalah “CF Kombinasi = CF1 + CF2 × [1 – CF1]” dan jika jumlah gejala penyakit yang dipilih sama dengan penyakitnya berjumlah 3, maka rumus yang digunakan adalah “CF Old = CF old + CF3 × (1 – CF old)..



Gambar 5 Flowchart Metode Certainty Factor

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

1. Tampilan Halaman Konsultasi

Pada Gambar 6 menu tampilan konsultasi digunakan untuk user memilih beberapa gejala penyakit dengan mengisi centang checkboxnya.

ID Gejala	Nama Gejala	PKB
0001	Adanya bercak - bercak hitam kecil-kecil di bagian paku buah, bahkan dapat berwujud bercak besar hitam terluas.	01
0002	Bercak berwarna coklat dengan titik hitam yang terdiri dari sejumlah jamur.	01
0003	Adanya lesang yang membuat buah-buahan berkerut dan rusak.	01
0004	Adanya bercak membesar pada bagian tengah buah.	01
0005	Paku buah terlihat terbelah sendiri.	01
0006	Rongga dalam buah terlihat berair dan membusuk.	01
0007	Buah terong terlihat dari bagian pada bagian terong.	01
0008	Paku yang sudah terong oleh akibat infeksi jamur berwarna putih seperti bulu - bulu halus.	01
0009	Paku yang sudah terong yang membusuk, kulit terong dan buah-buahan berkerut.	01

Gambar 6. Tampilan Halaman Konsultasi

2. Tampilan Halaman Hasil Diagnosis

Pada Gambar 7 menu hasil diagnosis ini menampilkan hasil perhitungan dari kedua metode dan memberikan informasi penyakit dan solusinya.

Nama Penyakit	Nilai CF	Gejala	Solusi Pengendalian
BEKAS SENI	0.0000	Gejala Penyakit terbelah dan berkerut dan paku buah.	Penyakit ini dapat dihindarkan dengan menggunakan agar tanah peremaman tidak terbelah terong. Menanam dengan jarak tidak terlalu rapat. Menggunakan nutrisi yang sehat. Menyalurkan dan menyiang tanaman terong. Siang sendiri secara berkala. Dengan tidak berkerut, terong terong dengan air, dan air.
BUSUK BUAH	0.0000	Gejala Penyakit terbelah dan berkerut dan paku buah.	Menanam tanaman yang sehat, dan dan memelihara buah yang terbelah. Semprotkan dengan fungisida ethep, amibac, oxiab, atau Blue M.
BUSUK LEMAS AKAR ATAU BUSUK RANGKAI BUNYANG	0.0000	Gejala Penyakit terbelah dan berkerut dan paku buah.	Penyakit ini dapat dihindarkan dengan menggunakan agar tanah peremaman tidak terbelah terong. Menanam dengan jarak tidak terlalu rapat. Menggunakan nutrisi yang sehat. Menyalurkan dan menyiang tanaman terong. Siang sendiri secara berkala. Dengan tidak berkerut, terong terong dengan air, dan air.

Gambar 7 Menu Hasil Diagnosis

4.2 Pengujian Fungsi Dan Kuisioner

1. Pengujian Perbandingan Metode

A. Perbandingan Panjang Script

Pada perbandingan panjang script dari kedua metode ini yaitu dibandingkan seberapa banyak baris untuk membuat metode Dempster Shafer dan Certainty Factor. Jumlah baris dalam pembuatan metode Certainty Factor adalah sebanyak 127 baris script untuk pembuatan metode Certainty Factor, sedangkan untuk jumlah baris dalam pembuatan metode Dempster shafer adalah sebanyak 205 baris Script untuk pembuatan metode Dempster shafer. Jadi untuk perbandingan panjang script lebih banyak script pada metode Dempster Shafer yaitu sebanyak 205 baris script

B. Perbandingan Lama Proses kedua metode.

Tabel 3 Perbandingan Lama Proses kedua Metode.

NO	Jumlah Gejala Yang dipilih	Lama Proses Metode Dempster Shafer	Lama Proses Metode Certainty Factor
1	1 Gejala	0.001 Detik	0.018 Detik
2	2 Gejala	0.002 Detik	0.002 Detik
3	3 Gejala	0.004 Detik	0.004 Detik
4	4 Gejala	0.002 Detik	0.006 Detik
5	5 Gejala	0.021 Detik	0.005 Detik
6	6 Gejala	0.003 Detik	0.007 Detik
7	7 Gejala	0.003 Detik	0.005 Detik
8	8 Gejala	0.023 Detik	0.009 Detik
9	9 Gejala	0.004 Detik	0.006 Detik
10	10Gejala	0.008 Detik	0.006 Detik

C. Perbandingan Hasil Diagnosis Penyakit

Tabel 4 Perbandingan hasil diagnosis penyakit

NO	Gejala yang di Pilih	Metode Dempster Shafer	Metode Certainty Factor	Hasil Pakar
1	<ol style="list-style-type: none"> Adanya batang yang membusuk berwarna kehitaman dan basah. Hampir seluruh daging buah lembek dan membusuk. Pada pangkal batang yang membusuk, kulit terkelupas dan basah berwarna kecoklatan. Tanaman menjadi layu, rebah dan mati. Adanya bercak cokelat berbentuk bulat pada daun tua. 	Penyakit Antraknosa	Penyakit Antraknosa	Penyakit Busuk Pangkal Batang
2	<ol style="list-style-type: none"> Adanya bercak memanjang pada bagian tengah buah. Hampir seluruh daging buah lembek dan membusuk. Pada pangkal batang (leher akar) ada miselium jamur berwarna putih seperti bulu – bulu halus. Jaringan pembuluh kayu berwarna cokelat. Tampak bergaris – garis kemerahan. Tanaman layu pada siang hari. 	Penyakit Busuk Buah	Penyakit Busuk Leher Akar Atau Busuk Pangkal Batang	Penyakit Busuk Buah
3	<ol style="list-style-type: none"> Adanya bercak memanjang pada bagian tengah buah. Pada kulit buah terlihat bercak coklat. Hampir seluruh daging buah lembek dan membusuk. Tampak bergaris – garis kemerahan. Tanaman menjadi kerdil, daunnya layu, dan diikuti kematian tanaman dengan cepat 	Penyakit Busuk Buah	Penyakit Busuk Buah	Penyakit Busuk Buah
4	<ol style="list-style-type: none"> Daun tanaman tampak layu. Jaringan pembuluh kayu berwarna cokelat. Bibit yang terserang akan layu dan mati Batang bibit muda kebasah – basahan, mengkerut dan akhirnya akan mati Warna cokelat di pangkal akar dan akar membusuk. 	Penyakit Rebah Semai	Penyakit Rebah Semai	Penyakit Rebah Semai
5	<ol style="list-style-type: none"> Jaringan pembuluh kayu berwarna cokelat. Tampak bergaris – garis kemerahan. Cendawan berada di dalam pembuluh kayu dan menyebabkan jaringan tersebut berwarna cokelat. Daun Berwarna kuning dan rontok Pangkal batang bibit yang masih lunak tampak busuk dan mengering 	Penyakit Layu Bakteri	Penyakit Layu Fusarium	Penyakit Layu Bakteri
6	<ol style="list-style-type: none"> Tanaman layu pada siang hari Adanya bercak cokelat berbentuk bulat pada daun tua Bercak daun pada musim hujan akan cepat menyebar keseluruh daun tanaman Bibit yang terserang akan layu dan mati Warna cokelat di pangkal akar dan akar membusuk 	Penyakit Rebah Semai	Penyakit Bercak Daun	Penyakit Bercak Daun
7	<ol style="list-style-type: none"> Pada kulit buah terlihat bercak coklat. Hampir seluruh daging buah lembek dan membusuk. Buah terong terlepas dari tangkai pada bagian kelopak. 	Penyakit Busuk Buah	Penyakit Layu Fusarium	Busuk Buah

NO	Gejala yang di Pilih	Metode Dempster Shafer	Metode Certainty Factor	Hasil Pakar
	4. Pada pangkal batang yang membusuk, kulit terkelupas dan basah berwarna kecoklatan. 5. Tanaman menjadi layu, rebah dan mati. 6. Tampak bergaris – garis kemerahan.			
8	1. Jaringan pembuluh kayu berwarna coklat. 2. Tampak bergaris – garis kemerahan. 3. Tulang daun tampak menguning, dimulai dari daun tua 4. Cendawan berada di dalam pembuluh kayu dan menyebabkan jaringan tersebut berwarna coklat. 5. Tanaman layu pada siang hari	Penyakit Layu Fusarium	Penyakit Layu Fusarium	Penyakit Layu Fusarium
9	1. Adanya bercak memanjang pada bagian tengah buah. 2. Pada pangkal batang yang membusuk, kulit terkelupas dan basah berwarna kecoklatan. 3. Tanaman layu pada siang hari 4. Warna coklat di pangkal akar dan akar membusuk	Penyakit Rebah Semai	Penyakit Rebah Semai	Penyakit Rebah Semai
10	1. Adanya bercak – bercak bulat melekek ke dalam pada buah, lekukan dapat bersatu menjadi bercak besar tidak teratur. 2. Bercak berwarna coklat dengan titik hitam yang terdiri dari aservulus jamur. 3. Pada kulit buah terlihat bercak coklat. 4. Hampir seluruh daging buah lembek dan membusuk. 5. Buah terong terlepas dari tangkai pada bagian kelopak. 6. Tulang daun tampak menguning, dimulai dari daun tua 7. Bila batang sudah terserang, seluruh tanaman akan layu	Penyakit Busuk Buah	Penyakit Busuk Buah	Penyakit Busuk Buah

Pada Tabel 4 Perbandingan hasil diagnosi penyakit dari metode *dempster shafer*, *certainty factor* dan Hasil dari pakar. Didapatkan hasil metode *Dempster Shafer* lebih baik dari *Certainty Factor* karena hasil presentase diagnosis penyakit yang sama dengan pakar yaitu lebih besar dibandingkan *Certainty Factor* dengan nilai presentase 80%.

2. Pengujian Fungsional Sistem

Tabel 5 Pengujian Fungsional sistem

Akses	Fungsi	Browser		
		Firefox Browser	UC Browser	Google Chrome
Admin	Login Admin	✓	✓	✓
	Tambah Penyakit	✓	✓	✓
	Edit Penyakit	✓	✓	✓
	Hapus Penyakit	✓	✓	✓
	Tambah Gejala	✓	✓	✓
	Edit Gejala	✓	✓	✓
	Hapus Gejala	✓	✓	✓
	Tambah Solusi	✓	✓	✓
	Edit Solusi	✓	✓	✓
	Hapus Solusi	✓	✓	✓
User	Logout	✓	✓	✓
	Checklist pada setiap gejala	✓	✓	✓
	Klik Proses Diagnosis pada Button Proses	✓	✓	✓
	Hasil Diagnosis	✓	✓	✓

Keterangan :

✓ : Berhasil ; X : Tidak Berhasil

Pada pengujian tersebut didapat seluruh fungsi sistem dapat berjalan 100% pada browser *Mozilla firefox* 71.0b11 (32-bit), *Google Chrome*

7.0.185.1002 dan *UC browser* Version 69.0.3497.100 (32-bit).

3. Pengujian User

Tabel 6 Pengujian User

NO	PERTANYAAN	JAWABAN		
		S	KS	TS
1	Apakah tampilan menu website sudah menarik dan dalam segi tampilan dan gambar.?	20		
2	Apakah menu informasi tanaman terong sudah memberikan beberapa informasi yang jelas tentang website sistem pakar tanaman diagnosis tanaman terong	19	1	
3	Apakah navigasi pemilihan gejala berupa “checkbox” pada menu konsultasi mudah digunakan?	13	7	
4	Apakah navigasi tombol proses untuk menghasilkan kesimpulan penyakit bisa anda pahami dan informasi yang diapat jelas atau tidak.?	18	2	
5	Apakah perpaduan warna background dan warna tulisan pada sistem terlihat jelas pada pandangan mata anda sehingga mudah dilihat?	14	6	
6	Apakah perpaduan warna background dengan warna semua elemen halaman (tombol,menu,garis 236epid an ikon) pada sistem menurut anda sudah jelas atau tidak.?	16	3	1
7	Apakah website sistem pakar ini bisa membantu anda untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman terong.	19	1	
8	Apakah menu kontak kami dan kontak pakar pada website sudah memberikan informasi jelas tentang pembuat website dan pakar yang membantu dalam memberi datanya.	18	2	
9	Apakah alur informasi pada website mudah dipahami.?	17	3	
Total		154	25	1

Keterangan :

S : Setuju

KS : Kurang Setuju

TS : Tidak Setuju

Jumlah Pertanyaan= 9

Jumlah Responden= 20

Faktor Pembagi= $9 \times 20 = 180$

- a. Presentase responden memilih setuju
 $(154 / 180 * 100\%) = 85\%$
- b. Presentase responden memilih kurang setuju
 $(25 / 180 \times 100\%) = 14\%$
- c. Presentase responden memilih tidak setuju
 $(1 / 180 \times 100\%) = 1\%$

4. Pengujian Pakar

Untuk memudahkan halaman pengujian pakar pada Tabel 7 Pengujian Pakar ada keterangan pengisian quisoner yaitu : S: Setuju, KS : Kurang Setuju, dan TS : Tidak Setuju

Tabel 7 Pengujian Pakar

NO	PERTANYAAN	JAWABAN		
		S	KS	TS
1	Apakah tampilan menu website sudah menarik dan dalam segi tampilan dan gambar.?		1	
2	Apakah menu informasi tanaman terong sudah memberikan beberapa informasi yang jelas tentang website sistem pakar tanaman diagnosis tanaman terong	1		
3	Apakah navigasi pemilihan gejala berupa "checkbox" pada menu konsultasi mudah digunakan?	1		
4	Apakah navigasi tombol proses untuk menghasilkan kesimpulan penyakit bisa anda pahami dan informasi yang diapat jelas atau tidak.?	1		
5	Apakah perpaduan warna background dan warna tulisan pada sistem terlihat jelas pada pandangan mata anda sehingga mudah dilihat?		1	
6	Apakah perpaduan warna background dengan warna semua elemen halaman (tombol,menu,garis tepi dan ikon) pada sistem menurut anda sudah jelas atau tidak.?		1	
7	Apakah website sistem pakar ini bisa membantu anda untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman terong.	1		
8	Apakah menu kontak kami dan kontak pakar pada website sudah memberikan informasi jelas tentang pembuat website dan pakar yang membantu dalam memberi datanya.	1		
9	Apakah alur informasi pada website mudah dipahami.?	1		
10	Apakah CRUD dihalaman admin mudah digunakan dan dipahami penggunaanya.?	1		
Total		7	3	

Keterangan:

- a. Presentase setuju($7/10*100\%$)= 70%
- b. Presentase kurang setuju($3/10*100\%$)= 30%
- c. Presentase tidak setuju($0/10*100\%$)= 0%

5. Pengujian Metode Dempster Shafer Dan Certainty Factor

Tabel 8 Pengujian hasil error.

No	Kasus	Perhitungan Sistem	Perhitungan manual	Perhitungan % Error
1	5 Gejala	0,62314	0,62314	0 %
2	5 Gjeala	0,50719	0,50718	0,00197%
3	6 Gejala	0.43882	0,404447	8,5%
4	8 Gejala	0,54391	0,51259	6,11%
Rata - Rata				3,65%

Pada percobaan pengujian metode *dempster shafer* dan *certainty factor* didapatkan hasil pengujian error dari 4 kasus yang menghasilkan nilai rata - rata error didapatkan presentase 3,65%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat penulis paparkan yaitu:

- 1. Dari perbandingan hasil diagnosis penyakit dari kedua metode dengan hasil diagnosis dari pakar, metode yang lebih baik adalah metode *Dempster-Shafer* dengan nilai presentase hasil diagnosis yang sama dengan pakar 80%
- 2. Dari hasil pengujian yang dilakukan oleh pakar didapatkan 70% pakar memilih setuju. dan 30% pakar memilih kurang setuju.
- 3. Dari hasil pengujian yang dilakukan oleh 20 user dari petani dapatkan hasil 85% user memilih setuju, 14% user memilih kurang setuju, dan 1% user tidak setuju.
- 4. Dari hasil pengujian perhitungan manual dan perhitungan sistem didapatkan rata - rata error 3,65% perbedaan, tetapi hasil diagnosis penyakitnya antara perhitungan manual dan sistem sama.

5.2 Saran

Untuk pengembangan aplikasi website yang lebih baik, ada beberapa saran yaitu :

- 1. Aplikasi untuk diagnosis penyakit tanaman terong ini terdiri dari 7 penyakit dan 25 gejala sehingga untuk kedepannya sistem pakar ini dapat ditambahkan lebih banyak lagi jenis penyakit pada tanaman terong.
- 2. Aplikasi yang dibangun ini berbasis web dan untuk pengembangan aplikasi sistem pakar selanjutnya dapat dirubah menjadi sistem pakar diagnosis penyakit tanaman terong berbasis android.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handayani, M., Taufiq, T., & Soegiarto, S. (2017). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Semangka Menggunakan Metode Dempster Shafer Berbasis Web. *PROGRESIF*, 12(1).
- [2] Orisa, M., Santoso, P. B., & Setyawati, O. (2014). Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Kambing Berbasis Web Menggunakan Metode Certainty Factor. *Jurnal EECCIS*, 8(2), 151-156.
- [3] Kurniawan, H., & Rahmad, I. F. (2012). Perancangan Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Penyakit Pada Tanaman Cabe Dengan Metode Certainty Factor. *CCIT Journal*, 5(2), 186-206.
- [4] Maulana, J. R., Fitriyadi, F., & Fitriani, R. (2017). Sistem pakar diagnosis penyakit tanaman karet dengan metode Dempster-Shafer. *JUTISI*, 5(1).
- [5] Normawardah, N. (2019). SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN JAGUNG MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR BERBASIS WEB. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 3(1), 219-226.
- [6] Kusrini, Fl Sigit Suyantoro (Ed). 2006. Sistem Pakar Teori Dan Aplikasi. Yogyakarta:Andi
- [7] Mahmudi, A., Rokhman, M. M., & Prasetyo, A. E. (2016). RANCANG BANGUN SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSIS TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN METODE BAYES. *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*, 2(2), 85-90.
- [8] Soestasad Adi. A, Sri Muryanti, dan Hendro Sunarjono, 2003, Budi Daya Terung Lokal & Terung Jepang, Jak