

**SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT TANAMAN JERUK
MENGUNAKAN METODE *DEMPSTER-SHAFER* BERBASIS WEB**

(Skripsi)

Oleh

DESTA FERANITA



**JURUSAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTARCT

WEB-BASED EXPERT SYSTEM FOR DIAGNOSE ORANGE PLANT DESEASE USING DEMPSTER-SHAFER METHOD

By

DESTA FERANITA

This research aims to develop an expert system that can help diagnosing orange plant's disease by symptoms. Data used in this expert system consist of 21 data of orange plant disease and 45 data of symptoms. This research used Dempster-Shafer method to diagnose and determine the percentage of diagnoses result. Expert system is built based on web. Testing is done in two stages, they are internal testing and external testing. Internal testing consists of functional testing and expert system testing. Functional Testing using the Black Box method with Equivalence Partitioning (EP) technique showed that the system is developed functions as expected. Expertise testing is done by comparing the diagnosis results of system with the diagnosis results by expert, used 21 cases and produced accuration average of 95,75%. External testing is done by providing questionnaires to 45 of the respondents divided into two groups for assessment of the system. Group one (orange farmers) questionnaire obtained satisfaction from interactive variable 82.66% and user friendly 79,8%. While group two (students department of agriculture) obtained satisfaction on interactive variables 81,42% and the user friendly 83,36%

Keywords : Dempster-Shafer, Orange plant disease, Expert System.

ABSTRAK

SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT TANAMAN JERUK MENGUNAKAN METODE *DEMPSTER-SHAFER* BERBASIS WEB

Oleh

DESTA FERANITA

Penelitian ini bertujuan membangun sistem pakar yang dapat membantu pembudidaya tanaman jeruk dalam mendiagnosa penyakit berdasarkan gejala. Data yang digunakan pada sistem pakar ini terdiri dari 21 data penyakit dan 45 data gejala tanaman jeruk. Penelitian ini menggunakan metode *Dempster-Shafer* untuk mendiagnosis dan mengetahui persentase hasil diagnosis. Sistem pakar yang dibangun berbasis web. Pengujian telah dilakukan dalam dua tahap, yaitu pengujian internal dan pengujian eksternal. Pengujian internal terdiri dari pengujian fungsional dan pengujian kepakaraan sistem. Pengujian fungsional menggunakan metode *Black Box* dengan teknik *Equivalence Partitioning* (EP) menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan berfungsi seperti yang diharapkan. Pengujian kepakaraan dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis oleh sistem dengan hasil diagnosis oleh pakar, menggunakan 21 kasus dan menghasilkan nilai rata-rata akurasi sebesar 95,75%. Pengujian eksternal dilakukan dengan memberikan kuisioner kepada 45 orang responden yang dibagi ke dalam dua kelompok untuk mendapat penilaian terhadap sistem. Hasil kuisioner kelompok I (Petani Jeruk) diperoleh nilai kepuasan terhadap variabel interaktif 82,66% dan *user friendly* 79,8%, sedangkan kelompok II (Mahasiswa Fakultas Pertanian) diperoleh nilai kepuasan terhadap variabel interaktif 81,42% dan *user friendly* 83,36%.

Kata kunci : *Dempster-Shafer*, Penyakit tanaman jeruk, Sistem Pakar.

**SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT TANAMAN JERUK
MENGUNAKAN METODE *DEMPSTER-SHAFER* BERBASIS WEB**

Oleh

DESTA FERANITA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA KOMPUTER**

Pada

**Jurusan Ilmu Komputer
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**JURUSAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT
TANAMAN JERUK MENGGUNAKAN METODE
DEMPSTER-SHAFER BERBASIS WEB**

Nama Mahasiswa : *Desta Feranita*

Nomor Pokok Mahasiswa : 1517051002

Jurusan : Ilmu Komputer

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Ir. Kurnia Muludi
Dr. Ir. Kurnia Muludi, M.S.Sc

NIP. 19640616 198902 1 001

Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P
Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P

NIP. 19610502 198707 2 001

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Ilmu Komputer

FMIPA Universitas Lampung

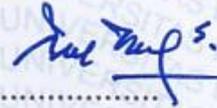
Dr. Ir. Kurnia Muludi
Dr. Ir. Kurnia Muludi, M.S.Sc

NIP. 19640616 198902 1 001

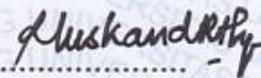
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Ir. Kurnia Muludi, M.S.Sc



Sekretaris : Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P



Penguji
Bukan Pembimbing : Favorisen R. Lumbanraja, Ph.D



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Suratman, M.Sc.
NIP. 196406041990031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 10 Oktober 2019

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan skripsi saya yang berjudul "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jeruk menggunakan Metode *Dempster-Shafer* Berbasis Web" merupakan karya saya sendiri dan bukan karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang di skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti skripsi saya merupakan hasil penjiplakan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang telah saya terima.

Bandar Lampung, 10 Oktober 2019



DESTA FERANITA

NPM. 1517051002

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada 20 Desember 1996 di Tanjung Raya, Kecamatan Way Tenong, Kabupaten Lampung Barat, sebagai anak pertama dari dua bersaudara dengan ayah yang bernama Aguswan dan Ibu bernama Lili Yusdarlia

Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) di TK PGRI Kec. Pugung Penengahan Kab. Pesisir Barat tahun 2003, menyelesaikan Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri Tanjung Raya Kec. Way Tenong Kab. Lampung Barat tahun 2009, menyelesaikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Way Tenong Kec. Way Tenong Kab. Lampung Barat tahun 2012, kemudian melanjutkan jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Way Tenong Kec. Way Tenong Kab. Lampung Barat dan lulus di tahun 2015.

Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui Jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Pada Januari 2016, mengikuti kegiatan Karya Wisata Ilmiah (KWI) di Desa Batutegi, Kec. Air Nanningan, Kab. Tanggamus. Pada Februari 2018 melaksanakan kegiatan Kerja Praktik (KP) di

Dinas Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak Provinsi Lampung. Pada Juli – Agustus 2018 melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Kebangsaan di Desa Adirejo, Kec. Jabung, Kab. Lampung Timur.

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”

(Q.S. Al-Insyirah:6)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya.”

(Q.S Al-Baqarah:286)

“Tidak ada yang permanen di dunia ini, termasuk permasalahan kita.”

(Charlie Chaplin)

“Jangan menjadi orang lain hanya untuk mendapatkan sebuah pujian”

(Desta Feranita)

PERSEMBAHAN

Segala puji syukur atas berkah dan rahmat dari Allah Subhana Wa Ta'ala, kupersembahkan Skripsi ini untuk kedua orangtuaku yang selalu kuharapkan do'a, cinta dan kasih sayangnya...

Teruntuk ayah dan ibuku yang kusayangi, terimakasih untuk kasih sayang, perhatian, pengorbanan, usaha, dukungan moral maupun materi, motivasi dan do'a yang tiada henti untuk kesuksesanku...

Teruntuk adikku Faisal yang sangat ku sayangi yang selalu memberi semangat baru dan menjadi salah satu alasan untuk bertahan dan berjuang selama ini, serta seluruh keluarga besarku tercinta. Terimakasih atas semua dukungan yang telah diberikan.

Teruntuk teman-teman dan sahabatku, terimakasih untuk canda tawa, dukungan, waktu, nasihat, pengalaman, terimakasih sudah menjadi bagian cerita indah dalam hidupku...

Keluarga besar Ilmu Komputer 2015, serta almamater tercinta,

UNIVERSITAS LAMPUNG

SANWACANA

Assalamualaikum wr. wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jeruk Menggunakan Metode *Dempster-Shafer* Berbasis Web” dengan baik.

Terimakasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dan berperan besar dalam penyusunan skripsi ini, seperti antara lain :

1. Kedua orangtua beserta keluarga besar yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dan motivasi.
2. Bapak Dr. Ir. Kurnia Muludi, M.S.Sc. sebagai pembimbing utama yang telah membimbing, memberikan ide, masukan, dan saran selama penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Suskandini Ratih D., M.P. sebagai pembimbing kedua yang telah membimbing, memberikan ide, masukan, dan saran selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Favorisen R. Lumbanraja Ph.D. sebagai pembahas yang telah memberikan komentar, masukan, dan saran yang bermanfaat untuk perbaikan dalam penyusunan skripsi ini.

5. Bapak Drs. Suratman, M.Sc. selaku dekan FMIPA Universitas Lampung.
6. Bapak Dr.Ir. Kurnia Muludi, M.S.Sc., selaku ketua jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung.
7. Bapak Didik Kurniawan, S.Si., M.T. selaku sekretaris jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung.
8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Ilmu Komputer yang telah memberikan ilmu dan pengalaman hidup selama menjadi mahasiswa.
9. Sahabat Skripsweetku Resvy dan Ria, terimakasih untuk semua bantuan, nasihat, pengalaman, dan waktu selama penyusunan skripsi ini.
10. Teman-teman Ilmu Komputer 2015 yang menjadi teman satu angkatan selama menjalankan masa studi di Jurusan Ilmu Komputer.
11. Almamater tercinta, Universitas Lampung yang telah memberikan penulis kesempatan untuk menepuh pendidikan perkuliahan S1.

Penulis mohon maaf kepada semua pihak apabila skripsi ini masih terdapat kesalahan dan kekeliruan.

Bandar Lampung, 10 Oktober 2019

Penulis

Desta Feranita
NPM. 1517051002

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan.....	5
D. Manfaat.....	6
E. Ruang Lingkup.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Penyakit Jeruk.....	7
1. Busuk Akar <i>Armillaria</i>	7
2. Busuk Akar <i>Fusarium</i>	8
3. Penyakit Semai.....	8
4. Penyakit Blendok <i>Phytophthora</i>	9
5. <i>Diplodia</i> Basah.....	11
6. <i>Diplodia</i> kering.....	11
7. Kanker Jeruk.....	12
8. Jamur Upas.....	13
9. <i>Xyloporosis</i>	14
10. Penyakit Kulit <i>Dothiorella</i>	15
11. Penyakit Buih.....	16
12. <i>Citrus Vein Phloem Degeneration</i>	16

13. <i>Tristeza</i>	18
14. <i>Psorosis</i>	19
15. Penyakit <i>Gleosporium (Antraknosa)</i>	21
16. Kudis.....	22
17. Penyakit Tepung	23
18. Kapang Jelaga.....	24
19. Busuk Buah <i>Phoma</i>	25
20. Busuk Buah <i>Nematospora</i>	25
21. Busuk <i>Aspergillus</i>	26
B. Sistem Pakar.....	26
1. Definisi Sistem Pakar.....	26
2. Tujuan Sistem Pakar	27
3. Karakteristik Sistem Pakar.....	27
4. Struktur Sistem Pakar	28
5. Manfaat Sistem Pakar	31
C. Metode Dempster Shafer	32
D. Pengujian.....	35
1. <i>Black Box Testing</i>	36
2. <i>Skala Likert</i>	37
F. Penelitian Terdahulu	39
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	43
A. Waktu dan Tempat Penelitian	43
B. Data dan Alat Pendukung	43
C. Tahapan Penelitian.....	44
1. Studi Literatur	45
2. Pengumpulan Data.....	46
3. Perancangan Sistem	46
4. Implementasi.....	61
5. Pengujian	61
6. Penyusunan Laporan.....	63
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	64
A. Analisi Kebutuhan Data.....	64

B. Representasi Pengetahuan.....	67
C. Implementasi Sistem.....	72
1. Penerapan Metode <i>Dempster Shafer</i>	72
2. Tampilan Halaman <i>Knowledge Engineer</i>	77
3. Tampilan Halaman Pengguna	83
4. Pengujian Sistem.....	88
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	119
A. Kesimpulan.....	119
B. Saran.....	120
DAFTAR PUSTAKA	121
LAMPIRAN.....	125

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur Sistem Pakar (Rosnelly, 2012).....	28
2. Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	45
3. <i>Usecase</i> Diagram Pengguna dan <i>Knowledge Engineer</i>	47
4. Rancangan Halaman Login <i>Knowledge Engineer</i>	48
5. Rancangan Halaman Utama <i>Knowledge Engineer</i>	49
6. Rancangan Halaman Penyakit.....	50
7. Rancangan Halaman Tambah Penyakit.....	50
8. Rancangan Halaman Gejala.	51
9. Rancangan Halaman Tambah Gejala.	52
10. Rancangan Halaman Kagori Gejala.	52
11. Rancangan Halaman Tambah Kategori Gejala 53	
12. Rancangan Halaman Gambar.....	54
13. Rancangan Halaman Tambah Gambar.....	55
14. Rancangan Halaman Aturan.....	55
15. Rancangan Halaman Ubah Aturan.....	56
16. Rancangan Halaman Beranda.	57
17. Rancangan Halaman Diagnosa.....	57
18. Rancangan Halaman Hasil Diagnosa.	58

19. Rancangan Halaman Daftar Penyakit.	59
20. Rancangan Halaman Deskripsi Penyakit.	59
21. Rancangan Halaman Bantuan.	60
22. Rancangan Halaman Tentang.....	61
23. <i>Flowchart</i> sistem pakar diagnosa penyakit tanaman jeruk	73
24. Tampilan Halaman Login.....	77
25. Tampilan Halaman Utama <i>Knowledge Engineer</i>	78
26. Tampilan Halaman Daftar Penyakit.....	79
27. Tampilan Halaman Tambah Penyakit.....	79
28. Tampilan Halaman Daftar Gejala	80
29. Tampilan Halaman Tambah Gejala.....	81
30. Tampilan Halaman Tambah Kategori gejala.....	81
31. Tampilan Halaman Tambah Gambar	82
32. Tampilan Halaman Ubah Aturan	83
33. Tampilan Halaman Utama Pengguna.....	84
34. Tampilan Halaman Diagnosa.....	85
35. Tampilan Halaman Hasil Diagnosa.....	86
36. Tampilan Halaman Detail Penyakit	87
37. Tampilan Halaman Bantuan.....	87
38. Tampilan Halaman Tentang	88

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Penelitian Terdahulu	39
2. Data Penyakit Tanaman Jeruk.....	64
3. Data Gejala Penyakit Tanaman Jeruk	65
4. Tabel Keputusan Penyakit Tanaman Jeruk	67
5. Aturan hubungan Gejala Penyakit dengan Penyakit Tanaman Jeruk.....	69
6. Aturan Kombinasi m_3	74
7. Aturan Kombinasi m_5	76
8. Hasil Akhir	76
9. Hasil Pengujian Kepakaran Sistem	89
10. Hasil Pengujian Fungsional Sistem untuk <i>Knowledge Engineer</i>	93
11. Hasil Pengujian Fungsional Sistem untuk Pengguna	96
12. Hasil Penilaian Responden Petani Jeruk Terhadap Kuisisioner Variabel Interaktif (Kelompok Responden I)	99
13. Hasil Penilaian Responden Petani Jeruk Terhadap Kuisisioner variabel <i>User Friendly</i> (Kelompok Responden I)	100
14. Hasil Penilaian Responden Mahasiswa Fakultas Pertanian Terhadap Kuisisioner Variabel Interaktif (Kelompok Responden II)	100

15. Hasil Penilaian Responden Mahasiswa Fakultas Pertanian Terhadap Kuisisioner variabel <i>User Friendly</i> (Kelompok Responden II)	102
16. Kriteria Penilaian Responden.....	103

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jeruk merupakan salah satu komoditi buah-buahan yang mempunyai peranan penting di pasaran dunia maupun dalam negeri, baik dalam bentuk segar maupun olahannya. Jeruk mempunyai nilai ekonomis tinggi, maka pemerintah mengarahkan pengelolaan pertanaman jeruk bagi petani kecil dan industri perkebunan jeruk. Tanaman jeruk adalah tanaman tahunan dan sudah sekitar 70-80% dikembangkan di Indonesia dan setiap tahunnya mengalami perkembangan dalam pembudidayaannya baik mencakup luasan lahan, jumlah produksi bahkan permintaan pasar (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian, 2015).

Usaha pembudidayaan tanaman jeruk memiliki prospek yang sangat menjanjikan, karena menurut Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian (2016), saat ini Indonesia termasuk negara pengimpor jeruk terbesar kedua di ASEAN setelah Malaysia. Oleh karena itu, penanaman jeruk nasional akan memiliki peranan penting karena disamping untuk meningkatkan pendapatan masyarakat, kesempatan kerja, konsumsi buah dan juga meningkatkan devisa ekspor nasional. Hal

ini menyebabkan tingkat kebutuhan ketersediaan jeruk menjadi meningkat sehingga memberikan keuntungan yang besar bagi pembudidaya tanaman jeruk. Jadi dalam segi ekonomi tanaman jeruk ini sangat menjanjikan. Walaupun menjanjikan tetap terdapat kendala dalam pengembangan kegiatan budidaya tanaman jeruk, salah satunya yaitu penyakit.

Penyakit pada tanaman jeruk merupakan hal yang tidak diinginkan bagi pembudidaya, karena dapat mengurangi produktivitas jeruk bahkan dapat mengakibatkan tanaman mati apabila tidak dikendalikan secara cepat dan tepat. Hampir sebagian besar tanaman jeruk yang beredar saat ini rentan terhadap penyakit *CVPD*. Akibat penyakit ini tanaman akan sulit untuk berproduksi selama tahunan. Setelah terinfeksi dan terlambat ditangani, dalam kurun waktu dua hingga lima tahun tanaman jeruk akan mati. Hal ini lah yang dapat menyebabkan kerugian yang cukup besar bagi pembudidaya tanaman jeruk.

Pengendalian penyakit yang tidak sesuai dengan dosis maupun cara yang tepat tentu akan berakibat pada tanaman. Oleh karena itu, perlu pengetahuan dari seorang pakar tentang cara pengendalian penyakit pada tanaman jeruk secara tepat. Namun, untuk melakukan hal ini tentu memerlukan biaya yang cukup mahal dan juga terbatasnya seorang pakar di bidang tersebut.

Berdasarkan hal di atas, dengan adanya perkembangan teknologi saat ini tentunya permasalahan tersebut dapat diselesaikan, yaitu dengan dibangunnya sebuah sistem pakar tentang penyakit tanaman jeruk serta cara pengendaliannya. Menurut Nahampun (2014) Sistem pakar adalah salah satu cabang dari ilmu kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* yang membuat penggunaan secara *knowledge* (pengetahuan) yang khusus untuk menyelesaikan masalah tingkat manusia yang pakar (ahli). Seorang pakar adalah orang memiliki keahlian dalam bidang tertentu, yaitu pakar yang mempunyai pengetahuan atau kemampuan khusus yang orang lain tidak mengetahui atau mampu dalam bidang yang dimilikinya.

Sistem pakar yang dibangun, yaitu berbasis web sehingga pembudidaya dapat dengan mudah berkonsultasi di mana saja dan kapan saja selama terhubung dengan jaringan internet. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode *Dempster Shafer*. *Dempster Shafer Theory of Evidence*, menunjukkan suatu cara untuk memberikan bobot keyakinan sesuai fakta yang dikumpulkan. Pada teori ini dapat membedakan ketidakpastian dan ketidaktahuan. Teori *Dempster Shafer* adalah representasi, kombinasi dan propagasi ketidakpastian, dimana teori ini memiliki beberapa karakteristik yang secara intuitif sesuai dengan cara berfikir seorang pakar, namun dasar matematika yang kuat (Wahyuni dan Prijodiprojo, 2013).

Penelitian sistem pakar penyakit jeruk sebelumnya telah dilakukan oleh Hidayat dan Destiani (2015) mengenai Pengembangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Jeruk Keprok Garut. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem pakar penyakit jeruk

keprok Garut serta memberikan solusi pengobatannya. Pada implementasinya sistem ini telah memenuhi tujuan tersebut dengan menggunakan inferensi *Forward Chaining*. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Kristanti dan Sitepu (2013) mengenai Sistem Pakar Hama dan Penyakit Pada Tanaman Jeruk Manis di Kabupaten Karo. Penelitian ini menggunakan metode *Forward Chaining*, serta telah berhasil diimplementasikan dan dapat memberikan informasi tentang penyebaran berbagai hama dan penyakit tanaman jeruk manis di Kabupaten Karo dan mampu membantu dalam memberikan informasi solusi terhadap berbagai gejala akibat hama/penyakit tanaman.

Pada penelitian sebelumnya menggunakan metode *Dempster-Shafer* telah dilakukan oleh Handayani dkk. (2016) mengenai Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Semangka Menggunakan Metode *Dempster Shafer* Berbasis Web. Hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa hasil uji sistem pakar menunjukkan kinerja 86% dari total 21 data uji, serta dapat mendiagnosa penyakit tanaman semangka dan menanggulangnya secara dini. Penelitian lain juga telah dilakukan oleh Wicaksono dkk. (2018) Mengenai Implementasi Metode *Dempster-Shafer* untuk Diagnosis Penyakit pada Tanaman Kedelai. Hasil pengujian sistem terhadap 25 kasus uji menunjukkan akurasi sebesar 92%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem sudah baik dan dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman kedelai.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut hasil pengujian menunjukkan bahwa metode *Dempster-Shafer* berfungsi dengan baik sesuai dengan diagnosis seorang

pakar/ahli. Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan judul “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jeruk Menggunakan Metode *Dempster-Shafer* Berbasis Web”. Dengan adanya sistem pakar ini diharapkan dapat memberikan solusi yang cukup dalam mendiagnosis penyakit secara cepat, tepat dan efisien serta cara pengendaliannya.

B. Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang dan membangun sistem pakar yang dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit tanaman jeruk menggunakan metode *Dempster Shafer*.

C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat sistem pakar diagnosa penyakit tanaman jeruk berbasis web yang dapat membantu pembudidaya tanaman jeruk untuk mendiagnosis penyakit berdasarkan gejala-gejala yang dialami tanaman, sehingga dapat dilakukan pengendaliannya.

D. Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempermudah pembudidaya dalam mendiagnosa penyakit tanaman jeruk
2. Memberikan solusi pengendalian penyakit pada tanaman jeruk agar dapat mengurangi kerugian akibat penyakit.
3. Menghemat biaya konsultasi kepada konsultan pertanian dalam mengatasi penyakit tanaman jeruk
4. Menambah wawasan mengenai metode *Dempster Shafer* dan bagaimana menerapkannya ke dalam sistem pakar diagnosa penyakit tanaman jeruk.

E. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penyakit yang dapat diidentifikasi sebanyak 21 penyakit dengan 45 gejala
2. Metode yang digunakan untuk menghitung setiap kemungkinan penyakit tanaman jeruk menggunakan metode *Dempster Shafer*.
3. Perangkat lunak yang dibangun berbasis web.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penyakit Jeruk

Menurut buku Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia (Semangun, 2015), berikut adalah penyakit tanaman jeruk serta cara pengendaliannya.

1. Busuk Akar *Armillaria*

Gejala yang terdapat pada penyakit ini yaitu *Armillaria* biasanya menyerang akar-akar di dekat permukaan tanah. Akar-akar membusuk, kulitnya menjadi lunak dan kayu mengandung banyak air. Setelah beberapa lama pada permukaan kulit terbentuk benang-benang jamur, mula-mula berwarna putih, kemudian menjadi coklat muda atau coklat tua. Kalau akar dipatahkan akan tercium bau jamur yang khas. Jika kulit akar dibuang, tampak bahwa di antara kulit dan kayu terdapat miselium jamur berwarna putih, teratur seperti kipas. Daun-daun rontok dengan tiba-tiba atau sedikit-demi sedikit. Kadang-kadang rontoknya daun diawali dengan daun yang menguning dan layu, dan pembentukan bunga salah waktu.

Pengendalian untuk penyakit ini pohon yang sakit dibongkar, akar-akar digali sebersih mungkin dan dibakar. Jika perlu di sekeliling bekas pohon sakit dibuat selokan isolasi. Jika sekiranya pohon masih dapat ditolong, dianjurkan untuk membuka semua akar dekat tanah dan akar-akar yang sakit dipotong. Luka-luka yang sakit ditutup dengan ter. Pada akar-akar ditaburkan belirang lumpur (60 – 70%) sebanyak 1,5 – 3 kg, tergantung dari besarnya pohon. Tanah yang akan dipakai untuk menutup akar-akar tadi dicampur juga dengan belirang lumpur yang jumlahnya sama dengan yang dipakai untuk mengobati akar-akar. Akar-akar yang sakit dikumpulkan dan dibakar.

2. Busuk Akar *Fusarium*

Penyakit ini sering timbul pada tanaman muda di persemaian. Gejalanya, yaitu tanaman layu, kulit akarnya busuk dan terurai seperti serat-serat. Jika didiamkan dalam udara lembab pada permukaan air akan timbul gumpalan-gumpalan jamur berwarna putih atau merah jambu. Penyakit ini dapat dikendalikan dengan mengurangi kelembaban tanah dan dengan memberikan kondisi yang sebaik-baiknya bagi tanaman-tanaman muda.

3. Penyakit Semai

Penyakit semai hanya timbul di persemaian yang terlalu lembab, misalnya karena drainase yang jelek dan penanaman yang terlalu rapat. Gejala-gejala yang terdapat pada penyakit ini diantaranya pada leher akar tanaman yang sakit terdapat bercak-

bercak busuk, berair, terbatas jelas, mula-mula berwarna hijau tua kelak menjadi coklat tua. Tanaman bisa rebah karenanya.

Penyakit ini dikendalikan dengan mengurangi kelembaban persemaian. Tanah persemaian ditutup dengan pasir setebal 3 cm dan biji-biji diletakkan di dalam lapisan ini. Persemaian dapat disemprot dengan fungisida, dapat menggunakan *Dithane M-45 (mankozeb)* atau fungisida tembaga.

4. Penyakit Blendok *Phytophthora*

Gejala yang terdapat pada penyakit *blendok* yaitu mula-mula kulit pada pangkal batang berwarna hitam kebasah-basahan mengeluarkan *blendok (gom)* encer. Biasanya pembusukan mulai dari tempat melekatnya batang atas, atau untuk tanaman asal biji (semai) pada aras permukaan tanah. Jika bagian yang busuk dipotong, kelihatan bahwa jaringan di bawahnya berwarna coklat kemerahan. Seringkali perubahan warna ini meluas melewati kambium sampai ke kayu. Setelah beberapa lama kulit mati dan meneg lupas (jatuh), sehingga terjadilah luka yang lebar. Pada umumnya luka dikelilingi oleh jaringan kalus. Di tepi luka terjadi gejala sehingga luka dapat membesar. Sering seluruh pangkal batang digelang dan tanaman mati. Penyakit juga dapat menyebar ke akar sehingga menjadi busuk dan mengeluarkan bau asam.

Pohon yang sakit keras sering membentuk bunga salah waktu yang diikuti oleh pembentukan buah. Buah-buah ini tidak dapat membesar dan rasanya pun tidak enak. Umumnya ini adalah pembentukan bunga dan buah yang terakhir. Buah yang tergantung dekat tanah, atau buah yang rontok dan terletak di atas tanah, dapat terinfeksi juga. Buah menjadi busuk coklat, keras seperti kulit, dengan bau fermentasi yang kuat. Pada buah yang disimpan, jamur penyebab penyakit ini dapat berkembang menjadi suatu lapisan seperti beledu yang berwarna putih. Untuk mengendalikan penyakit *blendok Phytophthora* dapat melakukan langkah-langkah berikut ini :

1. Jeruk ditanam diatas pundungan-pundungan (gundukan – gundukan) setinggi 15 – 20 cm. tetapi tanaman jangan dibumbun agar batang atas tidak berhubungan dengan tanah.
2. Air hujan dan air pengairan jangan sampai menggenang di sekeliling pangkal batang tanaman.
3. Pada waktu mengairi harus dijaga agar tidak mengenai pangkal batang. Jika tidak ditanam di atas pundungan, sebaiknya di sekitar pohon dibuat selokan gelang.
4. Mengurangi kelembaban kebun dengan melakukan pemangkasan dan drainasi yang sebaik-baiknya.
5. Mulai tahun ketiga setelah penanaman, pangkal batang sampai setinggi 50 cm, dan akar-akar yang tampak dari luar, dilumas dengan *carbolineum planetarium* 50%.
6. Selama musim hujan tiap bulan pohon-pohon diperiksa dengan teliti, agar infeksi-infeksi baru dapat segera dirawat dan diobati. Jika suatu pohon bergejala, harus diusahakan agar penyakit tidak meluas. Bagian yang sakit dipotong. Kulit sehat di

sekeliling bagian yang sakit harus dibuang juga, bahkan di sebelah atas dan bawah becak sampai selebar 2-3cm. luka-luka ditutup dengan minyak *kreosot* atau minyak penutup luka.

5. *Diplodia* Basah

Gejala pada serangan *diplodia* basah mudah dikenali karena keluarnya *blendok* (*gom*) yang berwarna kuning emas dari batang atau cabang-cabang yang besar. Kadang-kadang serangan terbatas pada jalur yang sempit. Setelah beberapa lama kulit yang sakit menegelupas dan luka menjadi sembuh. Penyakit berkembang terus, sehingga pada kulit terjadi luka-luka tidak teratur, yang luas tetapi dangkal. Makin lama jamur makin masuk kedalam kulit, bahkan dapat masuk kedalam kayu. Jika sampai mencapai tingkatan ini biasanya penyakit akan berkembang dengan lebih cepat. Jamur berkembang diantara kulit dan kayu, merusak kambium sehingga cabang mati. Kayu bergejala berwarna hijau biru sampai hitam.

Di pesemaian sering terjadi infeksi pada tempelan-tempelan (okulasi) baru. Jamur masuk melalui luka irisan, dan menyebabkan batang bawah membentuk banyak *blendok*. Sering kali batang bawah mati karena penyakit ini.

6. *Diplodia* kering

Penyakit ini lebih berbahaya, karena gejala permulaan sukar diketahui. Kulit mengering dan jika dipotong, kulit dan kayu di bawahnya berwarna hitam kehijauan.

Kulit yang sakit membentuk celah-celah kecil dari dalamnya keluarlah massa spora yang semula berwarna putih, tetapi akhirnya berwarna hitam. Bagian yang sakit umumnya meluas dengan cepat, sehingga dalam waktu yang pendek cabang-cabang yang besar ini sudah bergejala. Biasanya infeksi baru diketahui jika daun-daun telah menguning, sehingga batang atau cabang yang sakit tidak dapat ditolong lagi. Perluasan kulit yang mengering sangat cepat dan menyebabkan daun-daun tanaman menguning dan kematian cabang atau pohon.

Untuk pengendalian penyakit ini semua kulit yang terinfeksi dengan 1-2 cm kulit sehat di sekitarnya dipotong, dan luka yang terjadi ditutup dengan obat penutup luka, misalnya *karbolineum-parafin*. Cabang-cabang yang bergejala berat sebaiknya dipotong.

Untuk menghindari terjadinya infeksi pada tempelan sebaiknya dianjurkan untuk menyemprot batang-batang dengan fungisida sehari sebelum dilakukan penempelan. Harus diusahakan juga agar “mata” tidak bersinggungan dengan tanah atau kulit yang sakit. Lebih baik lagi kalau pisau yang dipakai sering disapu dengan lap yang dibasahi dengan fungisida, misalnya *carbolineum planetarium* 8%.

7. Kanker Jeruk

Gejala pada penyakit ini mula-mula pada daun dan buah terjadi bercak-bercak kebasah-basahan, yang lalu menguning, dan di tengahnya terjadi pembentukan gabus

berwarna coklat. Di tengah-tengah kulit ini terdapat celah-celah yang menyebabkan terjadinya lubang-lubang seperti kepundan. Bercak-bercak sering bersatu, membentuk bercak-bercak besar yang ukurannya dapat bervariasi dari 0,5 sampai 5 cm.

Daun-daun yang sakit tidak atau sedikit sekali mengalami malformasi. Buah-buah yang sakit tetap kecil dan sering agak mengalami malformasi yang sangat menurunkan nilainya. Ranting-ranting (tunas-tunas) yang masih hijau dapat pula terjangkit, dan ini dapat mengganggu pertumbuhannya.

Pengendalian penyakit ini dapat dikendalikan dengan penyemprotan pestisida. Penyemprotan dilakukan tepat sebelum pohon membentuk tunas-tunas baru, diulangi setiap 2 minggu sampai semua daun menjadi dewasa. Penyemprotan hanya perlu dilakukan sampai pada musim hujan dan mulai sejak belum terdapat serangan berat. Untuk kebun-kebun yang diari penyemprotan dimulai sesudah pemberian air yang pertama. Beberapa macam obat terbukti baik untuk pengendalian kanker jeruk, antara lain yang mengandung tembaga (bubur *Bordeaux*, *kuprooksida*, *oksiklorida* tembaga), dan beberapa macam perseyawaan organik.

8. Jamur Upas

Gejala yang terdapat pada penyakit ini, yaitu mula-mula jamur membentuk benang-benang mengkilat seperti sarang laba-laba pada permukaan kulit cabang atau ranting yang berkayu (*stadium* sarang laba-laba). Jamur berkembang terus, masuk kedalam

kulit dan menyebabkan kulit membusuk, sedangkan pada permukaan kulit jamur membentuk kerak berwarna merah jambu seperti warna ikan salmon (*stadium Corticium*). Pada tingkatan ini jamur membentuk basidiospora yang dapat dipencarkan oleh angin. Jamur berkembang terus, meskipun kulit sudah mati, dan membentuk badan buah berbentuk *piknidium* berwarna merah bata (*stadium Necator*) yang menghasilkan *konidium*. *Konidium* dipencarkan oleh percikan air atau oleh serangga. Penyakit ini menyebabkan kulit membusuk, daun - daun menjadi gugur, ranting dan cabang yang terserang dapat mengalami kematian.

Pengendalian penyakit ini diusahakan agar kebun tidak terlalu gelap dan lembab. Jika masih pada *stadium* sarang laba-laba cabang yang terserang dioles dengan fungisida tembaga. Bila jamur sudah mencapai *stadium Corticium*, sebaiknya cabang dipotong lebih kurang 30 cm di bawah bagian yang kulitnya sudah membusuk.

9. *Xyloporosis*

Gejala yang terdapat pada penyakit ini, yaitu pada kulit pangkal batang terjadi lekah-lekah yang dangkal dan memanjang, lebarnya 0,5-2,5 cm. jika kulit pada sambungan tempelan diangkat, pada kayu batang bawah terdapat lekuk-lekuk (*pitting*), sedangkan pada sisi dalam kulit terdapat tonjolan-tonjolan yang sesuai dengan lekuk-lekuk yang terdapat pada kayu tadi. Sering lekuk-lekuk itu dilapisi oleh bahan seperti damar berwarna coklat tua. Lekah-lekah pada kulit itu makin lama makin dalam sehingga

dapat menjadi jalan masuknya jasad-jasad sekunder. Jasad-jasad ini dapat menyebabkan *scaly bark* atau membusuknya jaringan kayu di bawahnya.

Pohon yang sakit mempunyai daun kecil-kecil dan mempunyai corak seperti kelaparan unsur hara, khususnya *Zn* (seng). Tajuk pohon ini menjadi jarang, umumnya daun-daun hanya terdapat pada ujung-ujung ranting. *Xyloporosis* dapat menimbulkan elastisitas tertentu pada pangkal batang tanaman yang sakit, sehingga dapat menyebabkan terjadinya pohon yang condong. Pertumbuhan miring ini tampak setelah pohon berbuah dan bobot buah-buah itu menyebabkan terjadinya tarikan sepihak pada batang. Adanya gangguan dalam pengangkutan bahan makanan menyebabkan berkembangnya jaringan kalus dekat di atas sambungan.

Pengendalian penyakit ini sejak di persemaian (pembibitan), karena penyakit hanya menular dengan penempelan. Penyakit meluas karena pemakaian batang atas (*budwood*) yang bergejala sakit. Selain itu, bila di lokasi pertanaman terdapat pohon sakit, sebaiknya pohon segera dimusnahkan.

10. Penyakit Kulit *Dothiorella*

Gejala yang terdapat pada penyakit ini di antaranya yaitu kulit cabang mengelupas, di bawah kulit terdapat rongga-rongga berisi getah. Lapisan-lapisan kulit sebelah dalam berwarna coklat.

Untuk mengendalikan penyakit kulit pada cabang jeruk dianjurkan agar kulit yang busuk dikorek dan luka yang terjadi ditutup dengan obat penutup luka, misalnya lilin yang dicampur dengan *karbolineum*.

11. Penyakit Buih

Gejala yang terdapat pada penyakit ini diantaranya pada kulit terjadi lekah-lekah yang mengeluarkan cairan berbau tidak enak. Kulit di tepi luka-luka menggulung. Penyakit mempunyai arti yang penting di daerah-daerah yang mempunyai musim kemarau yang kering. Pengendalian penyakit ini dapat melakukan pemberian air yang tepat pada waktunya, pengobatan dengan bubur *California* dan dengan ter-arang.

12. Citrus Vein Phloem Degeneration

Gejala yang terdapat pada penyakit ini dibagi menjadi dua yaitu gejala luar dan gejala dalam.

a. Gejala luar

Gejala luar terdapat daun menjadi kuning pada sebagian atau seluruh tajuk. Daun-daun kuning ini kelihatan lebih kaku dan sering pula tampak bercak-bercak klorotis (terjadi *blotcing*). Gejala ini mirip dengan gejala kelaparan seng (*Zn*). Pada daun-daun dewasa yang mengalami pertumbuhan yang cukup pesat, tulang-tulang daun yang halus berwarna lebih gelap sehingga kontras dengan daging daun yang berwarna kuning.

b. Gejala dalam

Gejala dalam jaringan *floem* daun dewasa memperlihatkan gejala yang khas, yaitu lebih tebal dari pada jaringan *floem* daun yang berwarna hijau. Di samping itu terjadi pengempisan pembuluh-pembuluh tapi dalam *floem* ini sehingga seolah-olah terjadi penebalan dinding sel. Penebalan ini merupakan jalu-jalur putih mulai di dekat sklerenkim sampai *xylem* yang terjadi dari dinding-dinding sel yang berdempet-dempetan karena rongga sel telah hilang atau tinggal sedikit lagi. Sel-sel *parenkim* yang masih berongga biasanya penuh berisi butir-butir pati.

Hampir sebagian besar tanaman jeruk yang beredar saat ini rentan terhadap penyakit *CVPD*. Akibat penyakit ini tanaman akan sulit untuk berproduksi selama tahunan. Setelah terinfeksi dan terlambat ditangani, dalam kurun waktu dua hingga lima tahun tanaman jeruk akan mati. Hal ini lah yang dapat menyebabkan kerugian yang cukup besar bagi pembudidaya tanaman jeruk.

Pengendalian yang dapat dilakukan untuk penyakit ini dapat dengan dikendalikan dengan usaha-usaha berikut ini :

1. Di daerah-daerah non-endemis penyakit dapat dikendalikan dengan membongkar tanaman-tanaman sakit dan dengan pemakaian insektisida.
2. Didaerah-daerah endemis dianjurkan untuk mengadakan eradikasi total, diikuti dengan masa tanpa jeruk (dan tanaman *Rutaceae* lainnya) selama paling sedikit satu tahun. Eradikasi harus dilakukan bersama-sama oleh semua tanaman di daerah itu.

3. Untuk perpanjangan umur produktivnya, tanaman jeruk yang sakitnya belum terlalu berat dapat disuntik (*infuse*) dengan *oksitetrasiklin*, misalnya dengan *Terramycin 21,6 s.p* yang mengandung 21,6% *oksitetrasiklin*, 1.000-1.500 ml per pohon dengan kadar 1.000-1.500 ppm. Penyuntikan diulangi tiap tahun atau tiap dua tahun. Untuk membantu regenerasinya, tanaman harus dipupuk dan diari secukupnya.
4. Mengingat adanya tanda-tanda bahwa alat-alat pertanian dapat menularkan penyakit, dianjurkan agar gunting pangkas, pisau okulasi, dan sebangsanya kadang-kadang dipanaskan selama 10-15 menit, misalnya dengan api lilin.

13. *Tristeza*

Gejala yang terdapat pada penyakit ini tanaman layu dengan mendadak dan seluruh daunnya mengering. Ini terjadi pada tanaman yang berumur 5 – 6 tahun. Akar-akar rambut dan beberapa akar lateral membusuk. Sering pada batang di bawah sambungan tempelan dan dalam akar-akar tidak terdapat persediaan pati. Tanaman yang lebih tua dapat layu juga, tetapi sering masih dapat meneruskan pertumbuhannya. Pada tanaman tua ini gejala pertama yang tampak adalah berubahnya warna daun menjadi warna perunggu tau kuning, dan gugur sedikit demi sedikit, dan buah terlalu cepat menjadi masak. Sering tanaman membentuk banyak buah, tetapi kecil-kecil.

Gejala yang jelas pada tanaman muda yang menderita infeksi pada *stadium* yang awal adalah kecenderungan untuk membentuk banyak bunga yang tidak dapat menjadi buah yang masak. Pada batang tanaman asal biji (semai, *seedling*) atau tempelan berbagai jenis jeruk yang sakit *tristeza* sering terdapat *pitting* pada kayu-kayunya (lekukan-lekukan kecil yang mempunyai dasar runcing).

Pengendalian untuk penyakit ini dapat dilakukan eradikasi dengan membongkar semua tanaman yang sakit. Jeruk yang ditanam harus memakai batang atas yang diambil dari pohon yang benar-benar bebas dari penyakit.

14. *Psorosis*

Gejala-gejala yang terdapat pada penyakit ini biasanya gejala-gejala baru tampak pada pohon-pohon tua. Sebenarnya pohon ini sudah terinfeksi padah waktu masih muda, namun infeksi pada tanaman muda biasanya tidak menimbulkan gejala yang tampak (*latent*).

Psorosis mempunyai beberapa tipe. Tipe-tipe ini mempunyai persamaan dalam gejala yang ditimbulkannya pada daun, yaitu *klorosis* yang khas pada daun-daun setengah tua. Biasanya *klorosis* mempunyai dua macam corak yaitu pertama membentuk bercak-bercak yang tembus cahaya di antara dan sejajar dengan tulang-tulang daun, dan kedua membentuk daerah-daerah yang tembus cahaya atau kering yang tepinya mirip dengan daun oak (*oak leaf pattern*). Bercak dapat dilihat lebih jelas dengan

cahaya menembus. Umumnya bercak-bercak ini simetris pada kedua ibu tulang daun. Mudah dibedakan dari klorosis yang disebabkan oleh *tristeza*, yang umumnya tersebar tidak teratur.

Psorosis mempunyai gejala-gejala yang lain yang berbeda-beda pada masing-masing tipe. *Psorosis A* terdapat gejala kulit pokok batang atau cabang-cabang mengelupas. Pada bagian-bagian ini mula-mula terjadi cacar kecil, yang makin lama makin luas. Lapisan luar kulit yang mengering, kurang lebih setebal 1/3 cm, terlepas dari kulit hidup di bawahnya dan menggulung keluar. Bersama dengan berkembangnya penyakit lapisan kulit yang lebih dalam dan kayu terisi dengan blendok dan bahan-bahan yang menyerupai damar. Jaringan yang sakit berwarna coklat. Pengangkutan air dan hara tanaman terganggu. Pada tingkatan ini tajuk pohon menjadi jarang, dan akhirnya tanaman mati.

Psorosis B lebih merusak daripada *Psorosis A*, di sini daerah yang mengelupas kulitnya berbentuk memanjang. Pada satu sisi batang atau cabang daerah yang mengelupas ini dengan cepat bertambah panjangnya, dan dapat naik sampai ke cabang-cabang yang kecil. Pengelupasan kulit didahului oleh mengalirnya *blendok*.

Blind pocket psorosis menyebabkan terjadinya lekuk-lekuk memanjang pada pangkal batang. Lekuk-lekuk ini sempit dan mempunyai sisi-sisi yang curam, sering mengumpul dan sejajar sesamanya. Kadang-kadang kulit batang mengelupas dan

mengeluarkan *blendok*. Bentuk gejala yang terakhir disebut *blind pocket* yang eruptif. Tipe ini jarang terdapat.

Concave gum psorosis menyebabkan terjadinya lekuk-lekuk pada batang yang lebih lebar daripada *blind pocket* dan mempunyai tepi yang berkelok-kelok. Kadang-kadang kulit pecah dan mengeluarkan blendok. Jaringan kulit sebelah dalam mengandung bahan yang menyerupai keju berwarna coklat. Tipe ini jarang terdapat.

Pengendalian penyakit ini harus dikendalikan di persemaian (pembibitan), karena penyakit hanya menular dengan penempelan, pencemaran penyakit hanya terjadi karena pemakaian batang atas (*budwood*) yang berpenyakit. Selain itu, bila di lokasi pertanaman terdapat pohon berpenyakit psorosis, sebaiknya pohon segera dimusnahkan. Kalau dalam penempelan dipakai batang atas yang benar-benar bebas dari penyakit, tanaman yang terjadi akan selamanya bebas dari *psorosis*.

15. Penyakit *Gleosporium* (*Antraknosa*)

Gejala yang terdapat pada penyakit ini dapat timbul pada daun, ranting, dan kadang-kadang juga pada buah. Pada daun terjadi bercak-bercak coklat. Pada bercak terdapat titik-titik hitam yang terdapat pada lingkaran-lingkaran sepusat (konsentris), yang terdiri dari badan buah jamur yang dalam cuaca lembab membentuk massa spora (*konidium*) berwarna merah jambu kelabu. Pada serangan yang berat banyak daun yang rontok sehingga pohon menjadi gundul.

Pada ranting-ranting umumnya penyakit timbul pada ranting yang menjadi lemah karena daun-daunnya rontok sebagai akibat serangan *Gleospodium*. Pada bagian yang berwarna hijau terjadi bercak-bercak yang berwarna coklat dan ranting-ranting mati mulai dari pucuknya. Pada umumnya bagian yang mati hanya terbatas sepanjang 20-40 cm dari ujung. Pada ranting terbentuk banyak sekali badan buah jamur. Serangan pada buah terjadi didekat tangkai, yang menyebabkan bagian disekitar tangkai ini berwarna coklat. Serangan dapat menyebabkan rontoknya buah-buah. Dan mati ranting ujung.

Pengendalian pada penyakit ini yaitu harus diusahakan agar tanaman selalu dalam kondisi yang optimum, misalnya dengan pemeliharaan, pemupukan, dan pengairan yang rasional. Sebaiknya cangkokan diganti dengan tempelan (okulasi), karena tempelan mempunyai perakaran yang lebih baik sehingga kurang menderita akibat kekeringan dan lebih tahan terhadap pemeliharaan yang kurang baik. Untuk mengurangi infeksi, ranting-ranting yang mati dipotong dan dibakar.

16. Kudis

Gejala yang terdapat pada penyakit ini pada daun, buah, dan ranting-ranting muda terdapat kutil-kutil kecil berwarna kuning. Kelak kutil-kutil ini menjadi coklat kelabu, keras dan bergabus, bersatu dan membentuk kerak yang keras. Pada daun gejala yang jelas tampak pada sisi bawah. Daun-daun yang sakit keras berkerut dan gugur. Buah-

buah muda yang sakit terhenti atau terhambat pertumbuhannya dan sering mengalami malformasi. Pada buah gejala yang ringan sudah dapat menurunkan nilainya.

Pengendalian penyakit ini dianjurkan agar lebih kurang tiga bulan sebelum datangnya musim hujan pohon-pohon diiri, agar segera berbunga sehingga pada permulaan musim hujan buah-buah sudah agak besar dan menjadi cukup tahan terhadap kudis. Setelah hujan turun agak banyak, pohon-pohon disemprot dengan fungisida seperti bubuk *Bordeaux* 1,5-2,0% dan kombinasi *trifungol* (*ferbam*) dan *triscabol* (*ziram*). Dipersemaian batang bawah penyakit dapat dikendalikan dengan fungisida dan pembuatan atap.

17. Penyakit Tepung

Gejala penyakit ini terdapat pada daun-daun dan tunas-tunas yang masih muda, yang sedang berkembang dengan cepat. Gejala mudah dikenal karena adanya lapisan bertepung putih, yang terdiri dari *miselium*, *konidiofor*, dan *konidium* jamur. Pada daun lapisan bertepung terutama terdapat pada sisi atas. Jaringan di bawah lapisan ini berwarna lebih tua dan kebasah-basahan. Daun-daun yang terserang berat menjadi pucat dan segera rontok, sedangkan yang terserang kurang berat mengalami malformasi. Tunas-tunas yang terserang kehilangan daun-daun ujungnya dan dapat mati.

Pengendalian yang dapat dilakukan untuk menangani penyakit ini di bawah 400 m dari permukaan laut penyakit ini dapat dikendalikan dengan penyerbukan tepung belirang. Ditempat-tempat yang lebih tinggi lebih baik dilakukan penyemprotan dengan bubuk *California* (1:3). Penyerbukan dan penyemprotan dilakukan selama masih terdapat daun-daun yang muda. Pekerjaan ini diulangi tiap minggu, sampai sisa serangan hilang. Penyerbukan harus dilakukan pada waktu daun masih basah oleh embun sehingga serbuk belirang dapat melekat pada daun.

18. Kapang Jelaga

Gejala yang terdapat pada penyakit ini pada daun-daun sering terdapat kapang jelaga yang membentuk lapisan berwarna hitam, kering dan tipis, merapat pada permukaan atas daun. Kapang ini tidak memarasit daun sehingga daun yang terdapat dibawah lapisan hitam tadi tetap berwarna hijau. Meskipun demikian lapisan hitam dapat mengurangi asimilasi dengan 44% dan transpirasi dengan 28%. Kapang hidup sebagai *saprophyt* pada madu yang dihasilkan oleh kutu-kutu daun atau kutu-kutu putih yang terdapat pada bagian-bagian tanaman disebelah atas daun yang berkapang tadi.

Pengendalian dapat dilakukan dengan mengurangi populasi kutu daun dan kutu dompolan melalui aplikasi insektisida. Secara kultur teknis, penggunaan mulsa jerami di bedengan pembibitan jeruk dapat menghambat perkembangan populasi kutu. Untuk pengendalian secara kimiawi dapat dilakukan dengan menggunakan insektisida berbahan aktif *Dimethoate*, *Alfametrin*, *Abamektin*, dan *Sipermetrin* secara

penyemprotan terbatas pada tunas-tunas yang terserang yang apabila serangan parah dapat dikendalikan dengan *imidakloprid* yang diaplikasikan melalui seputan batang.

19. Busuk Buah *Phoma*

Gejala yang terdapat pada penyakit ini diantaranya, yaitu pada buah terdapat bercak-bercak merah kecoklatan didekat ujung tangkai atau pada sisi buah. Bercak mempunyai titik-titik hitam dan hanya terbatas pada kulit. Buah-buah rontok sebelum waktunya. Penyakit ini dapat dikendalikan dengan penyemprotan bubuk *Bordeaux*, *benomyl*, atau *mancozeb*.

20. Busuk Buah *Nematospora*

Gejala-gejala yang terdapat pada penyakit ini, yaitu buah-buah tetap kecil, lebih cepat menguning dan rontok. Daging buah kering, dan berkerut. Sebelum menjadi kering rasa dan bau daging buah kemasaman tidak enak. Biji berubah bentuknya dan berwarna coklat. Dipusat buah terjadi pembentukan *blendok*.

Pengendalian penyakit ini dengan mengumpulkan buah-buah yang sakit dan menguburnya serta membasmi serangga-serangga yang menularkan penyakit agar dapat mengurangi jumlah buah yang terinfeksi.

21. Busuk *Aspergillus*

Gejala yang terdapat pada penyakit ini yaitu kulit buah yang sakit tampak berair, mudah pecah jika ditekan. Dalam keadaan yang sesuai bercak yang berair meluas dengan cepat, dan bagian yang terserang tertutup oleh kapang yang berwarna biru atau hijau, akhirnya buah busuk dan berbau tidak enak. Pembusukan mulai sebagai bercak kecil, bulat, kebasah-basahan, yang membesar dan warnanya berubah menjadi coklat. Pada bagian ini kelak timbul miselium jamur berwarna putih yang akhirnya membentuk spora berwarna hitam. Busuk basah atau busuk lunak yang terjadi akan merusak buah dalam waktu 8-10 hari. Buah yang busuk mengeluarkan bau fermentasi. Penyakit ini dapat dicegah dengan mengurangi terjadinya luka-luka, memilih dan membuang buah yang terserang. Buah disimpan dalam suhu rendah di dalam wadah yang terbuka atau keranjang.

B. Sistem Pakar

1. Definisi Sistem Pakar

Menurut Muliadi dkk. (2017) Sistem Pakar (*expert system*) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli. Sistem Pakar dibuat agar dapat menyelesaikan masalah yang cukup rumit yang sebenarnya hanya dapat diselesaikan dengan bantuan para

ahli. Bagi para ahli, Sistem Pakar ini juga membantu sebagai asisten yang sangat berpengalaman.

2. Tujuan Sistem Pakar

Menurut Rosnelly (2012) sistem pakar ditujukan untuk meniru semua aspek (*emulates*) kemampuan pengambilan keputusan (*decision making*) seorang pakar. Sistem pakar memanfaatkan secara maksimal pengetahuan khusus layaknya seorang pakar untuk memecahkan masalah. Kusrini (2006) menjelaskan beberapa aktivitas pemecahan masalah yang dimaksud antara lain: pembuatan keputusan (*decision making*), pepaduan pengetahuan (*knowlage fusing*), pembuatan desain (*designing*), perencanaan (*planning*), prakiraan (*forecasting*), pengaturan (*regulating*), pengendalian (*controlling*), diagnosis (*diagnosing*), perumusan (*prescribing*), penjelasan (*explainig*), pemberian nasihat (*advising*), dan pelatihan (*tutoring*).

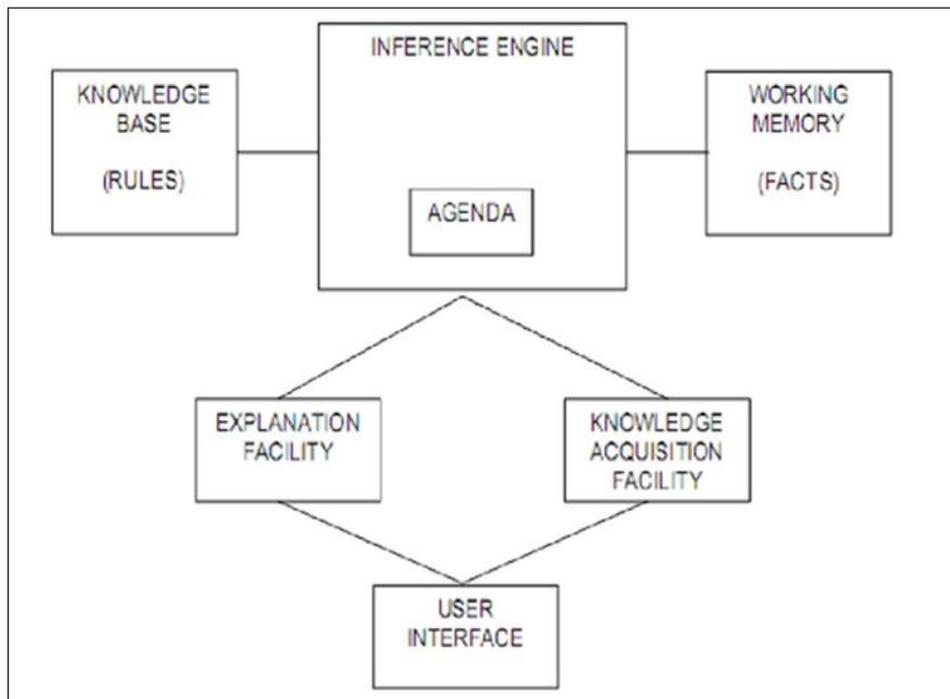
3. Karakteristik Sistem Pakar

Menurut Rosnelly (2012) sistem pakar umumnya dirancang untuk memenuhi beberapa karakteristik umum berikut ini :

- a. Kinerja sangat baik (*high performance*)
- b. Waktu respon yang cepat (*adequate respon time*)
- c. Dapat difahami (*understandable*)
- d. Fleksibel (*flexibility*)

4. Struktur Sistem Pakar

Menurut Arthalia dkk. (2016) Sistem pakar dapat ditampilkan dalam dua lingkungan, yaitu: pengembangan dan konsultasi. Lingkungan pengembangan digunakan oleh pembangun sistem pakar untuk membangun komponen dan memasukkan pengetahuan kedalam basis pengetahuan. Lingkungan konsultasi digunakan oleh orang yang bukan ahli untuk memperoleh pengetahuan dan berkonsultasi. Menurut Rosnelly (2012) struktur sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Sistem Pakar (Rosnelly, 2012).

Komponen yang terdapat pada sistem pakar ini adalah *knowledge base (rules)*, *inference engine*, *working memory*, *explanation facility*, *knowledge acquisition facility*, *user interface*.

a. *Knowledge Base* (basis pengetahuan)

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan untuk pemahaman, formulasi, dan pemecahan masalah. Komponen sistem pakar disusun atas dua elemen dasar yaitu, fakta dan aturan. Fakta merupakan informasi tentang objek dalam area permasalahan tertentu, sedangkan aturan merupakan informasi tentang cara bagaimana memperoleh fakta baru dari fakta yang telah diketahui. *Knowledge Base* disini untuk menyimpan pengetahuan dari pakar berupa *rule* / aturan (*if* <kondisi> *then* <aksi> atau dapat juga disebut *coindition-action rules*).

b. *Inference Engine* (mesin Inferensi)

Mesin inferensi merupakan otak dari sebuah sistem pakar dan dikenal juga dengan sebutan *control structure* (struktur kontrol) atau *rule interpreter*. Komponen ini mengandung mekanisme pola pikir dan penalaran yang digunakan oleh pakar dalam menyelesaikan suatu masalah. Mesin inferensi disini adalah *processor* pada sistem pakar yang mencocokkan bagian kondisi dari *rule* yang tersimpan di dalam *knowledge base* dengan fakta yang tersimpan di *working memory*.

c. *Working Memory*

Working memory berguna untuk menyimpan fakta yang dihasilkan oleh *inference engine* dengan penambahan parameter berupa derajat kepercayaan atau dapat juga dikatakan sebagai *global database* dari fakta yang digunakan oleh *rule-rule* yang ada.

d. *Explanation Facility*

Facility menyediakan kebenaran dari solusi yang dihasilkan kepada *user* (*reasoning chain*). Digunakan untuk melacak respon dan memberikan penjelasan tentang kelakuan sistem pakar secara interaktif.

e. *Knowledge Acquisition Facility*

Knowledge acquisition facility meliputi proses pengumpulan, pemindahan dan perubahan dari kemampuan pemecahan masalah seorang pakar atau sumber pengetahuan terdokumentasi ke program komputer, yang bertujuan untuk memperbaiki atau mengembangkan basis pengetahuan.

f. *User Interface*

User interface merupakan mekanisme untuk memberikan kesempatan kepada user dan sistem pakar untuk berkomunikasi. Antar muka menerima informasi dari pemakai dan mengubahnya kedalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem. Selain itu antarmuka menerima informasi dari sistem kedalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pemakai.

5. Manfaat Sistem Pakar

Menurut Kusumadewi (2003) secara garis besar banyak manfaat yang dapat diambil dengan adanya Sistem Pakar, antara lain :

- a. Masyarakat awam non-pakar dapat memanfaatkan keahlian dalam bidang tertentu tanpa kehadiran langsung seorang pakar.
- b. Menyimpan pengetahuan dan keahlian para pakar.
- c. Bisa melakukan proses secara berulang secara otomatis.
- d. Meningkatkan *output* dan produktivitas.
- e. Meningkatkan kualitas.
- f. Mampu mengambil dan melestarikan keahlian para pakar.
- g. Mampu beroperasi dalam lingkungan yang berbahaya.
- h. Memiliki kemampuan untuk mengakses pengetahuan.
- i. Memiliki reliabilitas.
- j. Meningkatkan kapabilitas sistem komputer.
- k. Memiliki kemampuan untuk bekerja dengan informasi yang tidak lengkap dan mengandung ketidakpastian.
- l. Sebagai media pelengkap dalam pelatihan.
- m. Meningkatkan kapabilitas dalam penyelesaian masalah.
- n. Menghemat waktu dalam pengambilan keputusan.
- o. Memberikan penyederhanaan solusi untuk kasus-kasus yang kompleks dan berulang-ulang.

C. Metode Dempster Shafer

Menurut Wahyuni dan Prijodiprojo (2013) Metode *Dempster-Shafer* pertama kali diperkenalkan oleh Dempster, yang melakukan percobaan model ketidakpastian dengan *range probabilities* dari pada sebagai probabilitas tunggal. Kemudian pada tahun 1976 Shafer mempublikasikan teori *Dempster* itu pada sebuah buku yang berjudul *Mathematical Theory Of Evident. Dempster-Shafer Theory Of Evidence*, menunjukkan suatu cara untuk memberikan bobot keyakinan sesuai fakta yang dikumpulkan. Pada teori ini dapat membedakan ketidakpastian dan ketidaktahuan. Teori *Dempster-Shafer* adalah representasi, kombinasi dan propogasi ketidakpastian, dimana teori ini memiliki beberapa karakteristik yang secara institutif sesuai dengan cara berfikir seorang pakar, namun dasar matematika yang kuat.

Menurut Maulana dkk. (2016) ada berbagai macam penalaran dengan model yang lengkap dan sangat konsisten, tetapi pada kenyataannya banyak permasalahan yang tidak dapat terselesaikan secara lengkap dan konsisten. Ketidak konsistenan tersebut adalah akibat adanya penambahan fakta baru. Penalaran yang seperti ini disebut dengan penalaran non monotonis. Untuk mengatasi ketidakkonsistenan tersebut maka dapat menggunakan penalaran dengan teori *Dempster-shafer* ditulis dalam suatu interval. Menurut Kusumadewi (2003) secara umum teori *Dempster-Shafer* ditulis dalam suatu interval seperti pada Persamaan 1 dan Persamaan 2.

[*Belief, Plausibility*] (1)

Belief (bel) adalah ukuran kekuatan evidence dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Jika bernilai 0 maka mengindikasikan bahwa tidak ada *evidence* dan jika bernilai 1 maka 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 di atas nilai dari $Pls(X) = 0$. Menurut Giarratano dan Riley fungsi *Belief* dapat diformulasikan sebagai:

$$Bel(X) = \sum_{Y \subseteq X} m(Y) \quad (2)$$

Dan *Plausibility* dinotasikan sebagai :

$$Pls(X) = 1 - Bel(X') = 1 - \sum_{Y \subseteq X'} m(Y) \quad (3)$$

Dimana :

$Bel(X) = Belief(X)$;

$Pls(X) = Plausibility(X)$;

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

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

Teori *Dempster Shafer* menyatakan adanya *frame of discrement* yang dinotasikan dengan simbol (Θ) . *Frame of discrement* merupakan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis sehingga sering disebut dengan *environment* :

$$\Theta = \{ \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N \} \quad (4)$$

Dimana : $\Theta = \text{frame of discrement atau environment}$;

$\theta_1, \dots, \theta_N = \text{element/ unsur bagian dalam environment}$.

Environment mengandung elemen-elemen yang menggambarkan kemungkinan sebagai jawaban, dan hanya ada satu yang akan sesuai dengan jawaban yang dibutuhkan. Kemungkinan ini dalam teori *Dempster-Shafer* disebut dengan *power set* dan dinotasikan dengan $P(\Theta)$, setiap elemen dalam *power set* ini memiliki nilai interval antara 0 sampai 1, untuk $m : P(\Theta) \rightarrow [0,1]$, sehingga dapat dirumuskan :

$$\sum_{x \in P(\Theta)} m(x) = 1 \approx \sum_{x \in P(\Theta)} m(x) \quad (5)$$

Dengan :

$P(\Theta) = \text{power set}$,

$m(X) = \text{mass function}(X)$.

Mass function (m) dalam teori *Dempster-shafer* adalah tingkat kepercayaan dari suatu *evidence* (gejala), sering disebut dengan *evidence measure* sehingga dinotasikan dengan (m). Tujuannya adalah mengaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen θ . Tidak semua *evidence* secara langsung mendukung tiap-tiap elemen. Untuk itu perlu adanya probabilitas fungsi densitas (m). Nilai m tidak hanya mendefinisikan elemen-elemen θ saja, namun juga semua subsetnya. Sehingga jika θ berisi n elemen, maka

subset θ adalah 2^n . Jumlah semua m dalam subset θ sama dengan 1. Apabila tidak ada informasi apapun untuk memilih hipotesis, maka nilai : $m\{\theta\} = 1,0$

Apabila 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_1 dan m_2 sebagai m_3 , yaitu:

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{x \cap y = z} m_1(x)m_2(y)}{1 - \sum_{x \cap y = \emptyset} m_1(x)m_2(y)} \quad (6)$$

Dimana :

$m_3(Z)$ = *mass function* dari *evidence* (Z),

$m_1(X)$ = *mass function* dari *evidence* (X), yang diperoleh dari nilai keyakinan suatu *evidence* dikalikan dengan nilai *disbelief* dari *evidence* tersebut.

$m_2(Y)$ = *mass function* dari *evidence* (Y), yang diperoleh dari nilai keyakinan suatu *evidence* dikalikan dengan nilai *disbelief* dari *evidence* tersebut,

$\sum m_1(X) \cdot m_2(Y)$ = merupakan nilai kekuatan dari *evidence* Z yang diperoleh dari kombinasi nilai keyakinan sekumpulan *evidence*.

D. Pengujian

Menurut Wibisono dan Baskoro (2002) pengujian perangkat lunak adalah proses untuk mencari kesalahan pada setiap item perangkat lunak, mencatat hasilnya, mengevaluasi setiap aspek pada setiap komponen (sistem) dan mengevaluasi fasilitas-fasilitas dari perangkat lunak yang akan dikembangkan. Pengujian perangkat lunak

mencakup beberapa hal, yaitu pengujian yang dilakukan dengan menggunakan teknik atau metode tertentu dan pengujian berdasarkan strategi pengujian.

Pengujian perangkat lunak sangat penting untuk dilakukan. Pengujian ini bertujuan untuk menjamin kualitas perangkat lunak, dan juga menjadi peninjauan terakhir terhadap spesifikasi, desain, dan pengkodean (Utami dan Hari, 2015).

1. *Black Box Testing*

Pengujian dilakukan dengan mengeksekusi data uji dan mengecek apakah fungsional perangkat lunak bekerja dengan baik. Data uji dibangkitkan dari spesifikasi perangkat lunak, yang dalam hal ini menjelaskan fungsional perangkat lunak (Wibisono dan Baskoro, 2002).

Menurut Utami dan Hari (2015) *black box testing* biasanya dilakukan oleh penguji yang tidak ikut serta dalam pengkodean *software*. *Blak box testing* melakukan pengujian tanpa pengetahuan detail struktur internal dari sistem atau komponen yang dites. Teknik yang digunakan pada *black box testing* diantaranya, yaitu *Ekuivalence Class Partisioning*, *Boundary Value Analysis*, *State Transitions Testing*, *Cause Effect Graphing*. Kategori *error* yang diketahui melalui *black box testing*, yaitu fungsi yang hilang atau tidak benar, *error* dari antarmuka, *error* dari struktur data atau akses eksternal *database*, *error* dari inisialisasi dan terminasi, serta *error* dari kinerja atau tingkah laku.

2. Skala Likert

Menurut Istijanto (2005) Skala *Likert* ialah skala yang mengukur tingkat ketidaksetujuan responden terhadap serangkaian pernyataan yang mengukur suatu objek. Skala ini dikembangkan oleh *Rensis Likert* dan biasanya memiliki 5 atau 7 kategori dari “sangat setuju” sampai “sangat tidak setuju”. Skala *Likert* dapat dikategorikan sebagai skala interval.

Menurut Azwar (2011) Nilai skala setiap pernyataan tidak ditentukan oleh derajat *favourable* masing-masing, akan tetapi ditentukan oleh distribusi respons setuju dan tidak setuju dari sekelompok responden yang bertindak sebagai kelompok uji coba.

Skala *Likert*, yaitu skala yang berisi tingkat preferensi jawaban dengan pilihan sebagai berikut : 1 = sangat setuju; 2 = tidak setuju; 3 = ragu-ragu atau netral; 4 = setuju; 5 = sangat setuju. Persentase penilaian berdasarkan criteria skala *likert* akan diperoleh dengan rumus aritmatika *mean*, yaitu :

$$P = \frac{Xi}{n \times N} \times 100\% \quad (7)$$

Keterangan :

P = Persentase pertanyaan

Xi = Nilai kuantitatif total

n = Jumlah responden

N = Nilai kategori pernyataan baik

Selanjutnya, penentuan interval per kategori digunakan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{100\%}{K} \quad (8)$$

Keterangan :

I = *Interval*

K = *Kategori interval*

F. Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu tentang sistem pakar penyakit jeruk yang pernah dilakukan adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Data Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Sistem pakar yang telah dibuat	Spesifikasi	Hasil
1.	Jaenal Arifin (2011)	Sistem Pakar untuk Mendeteksi Jenis Penyakit pada Tanaman Jeruk Berbasis <i>Wireless Application Protocol (WAP)</i>	Metode inferensi menggunakan <i>forward</i> dan <i>Backward Chaining</i> Pemrograman menggunakan <i>Wireless Application Protocol (WAP)</i> dengan <i>Wireless Markup Language (WML)</i> dan <i>PHP Hypertext Preprocessor (PHP)</i> . Terdapat dua pengguna sistem yaitu pengguna umum dan administrator. Pengguna umum dapat mengakses informasi berbagai jenis penyakit pada tanaman jeruk dan melakukan diagnosa. Sedangkan administrator dapat mengelola sistem, baik proses tambah, hapus maupun <i>update</i> data.	1. Sistem pakar berbasis (WAP) menggunakan (WML) dan (PHP) dapat menyajikan aplikasi sistem secara optimal.

Tabel 1. Data Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Sistem pakar yang telah dibuat	Spesifikasi	Hasil
2.	Yunianita Rahmawati, Diyah Yustiana, dan Ruli Widya Asmoro (2012)	Sistem Pakar <i>Online</i> untuk Mengidentifikasi Hama pada Tanaman Jeruk	Metode : <i>forward chaining</i> . Menggunakan pemrograman <i>Visual Basic.Net 2005</i> yang terintegrasi dengan <i>Microsoft SQL Server 2000</i> sebagai <i>data base</i> .	1. Secara umum sistem pakar online untuk mengidentifikasi hama pada tanaman jeruk ini telah berfungsi sesuai yang diharapkan. 2. Pada sistem ini hanya menggunakan dua verifikasi saja, sehingga dapat ditambahkan dengan menggunakan semua verifikasi yang ada.
3.	Zayin Sukri dan Hariyono Rakhmad (2016)	Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Tanaman Jeruk Menggunakan Metode <i>Euclidean Distance</i>	Metode : <i>Euclidian Distance</i> . Menggunakan bahasa pemrograman C menggunakan aplikasi <i>Sharp Developt</i> . Berdasarkan <i>Desktop</i> . Data hama dan penyakit dikelompokkan berdasarkan bagian pada tanaman yang terserang hama dan penyakit (buah, daun, batang, akar).	Aplikasi diagnosis penyakit pada tanaman jeruk berbasis desktop, artinya program ini dapat dijalankan pada perangkat komputer.

Tabel 1. Data Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Sistem pakar yang telah dibuat	Spesifikasi	Hasil
4.	Vedrik Agil Saputra, Erni Seniwati, dan Ike Verawati (2018)	<i>Forward Chaining</i> untuk Diagnosa Hama dan Penyakit Tanaman Jeruk.	Metode : <i>forward Chaining</i> . Bahasa pemrograman php dan <i>database</i> MySQL. Fitur-fitur : a. Menu utama Form Konsultasi berisikan kerja dari mesin inferensi. b. <i>Form</i> diagnosa menampilkan hasil diagnosa penyakit jeruk.	Sistem dapat bekerja sesuai yang diharapkan, dengan nilai hasil output diagnose berbeda-beda antar penyakit.
5.	Yusuf Hidayat dan Dini Destiani (2015)	Pengembangan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Jeruk Keprok Garut.	Metode : <i>Forward Chaining</i> Bebasis : <i>WEB</i> Pemrograman : <i>Adobe Dreamweaver</i> untuk pembuatannya dan PHP untuk bahasa pemrogramannya Fitur : konsultasi, <i>home</i> , info, admin, <i>help</i> , <i>contact</i> . terdapat menu untuk user dan admin. Dimana user melakukan konsultasi serta admin dapat <i>login</i> lalu mengelola data.	Sistem pakar penyakit jeruk keprok Garut yang dibangun dapat melakukan diagnosis, sistem akan menampilkan hasil diagnosis serta memberikan solusi pengobatannya

Tabel 1. Data Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Sistem pakar yang telah dibuat	Spesifikasi	Hasil
6.	Salam Maulana, Nurul Hidayat, dan Edy Santoso (2017)	Implementasi Metode Dempster Shafer Dalam Diagnosis Penyakit Pada Tanaman Jeruk	Metode : <i>Dempster Shafer</i> Bahasa Pemrograman : PHP <i>Database</i> : PHPMyadmin Data penyakit : 7 penyakit Data gejala : 20 gejala Sistem menggunakan metode Dempster shafer dengan cara menghitung nilai bobot setiap penyakit, Kemudian sistem akan memilih penyakit dengan nilai bobot terbesar.	Keakurasian hasil keluaran sistem dengan diagnosa pakar sebesar 90 %.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung, perkebunan jeruk di desa Pugung Raharjo Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur dan Kebun Jeruk Agrowisata Alam Segar Sari Kecamatan Sekincau Kabupaten Lampung Barat Waktu penelitian yang dilakukan, yaitu pada bulan April sampai Agustus tahun ajaran 2018/2019.

B. Data dan Alat Pendukung

Data dan alat pendukung yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data

Data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu jenis-jenis penyakit dan gejala pada tanaman jeruk yang diperoleh dari buku Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia (Semangun, 2015) , wawancara dengan pakar Ibu Dr. Ir. Suskandini Ratih

D., M.P. Dosen Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung, serta pengamatan langsung ke perkebunan jeruk di desa Pugung Raharjo Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur dan Kebun Jeruk Agrowisata Alam Segar Sari Kecamatan Sekincau Kabupaten Lampung Barat.

2. Alat pendukung yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Perangkat Keras

Notebook dengan spesifikasi *processor* Intel Celeron CPU N2840 @2.16 Hz, *Hardisk* 465 GB, *RAM* 2GB.

b. Perangkat Lunak

1. Sistem Operasi Windows 7 Home Premium 64-bit

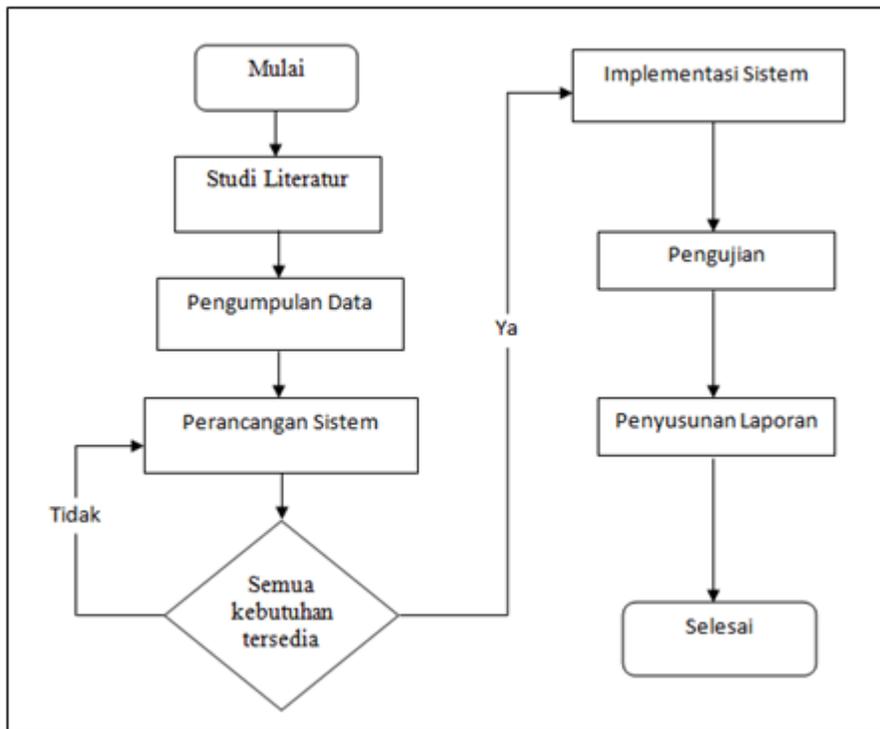
2. *Text Editor* (Sumblime Text 3)

3. *XAMPP* 5.6.23-0

4. Mozilla Firefox

C. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan langkah-langkah yang dilakukan peneliti dalam melakukan penelitian. Beberapa tahapan yang akan dilakukan peneliti dalam membangun sistem pakar diagnosa penyakit tanaman jeruk meliputi studi literatur, pengumpulan data, perancangan sistem, pembuatan sistem, pengujian sistem, dan pembuatan laporan. Bagan tahapan penelitian dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Tahapan Penelitian.

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahap awal yang dilakukan dalam penelitian ini. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pembelajaran dari berbagai macam literatur dan dokumen pendukung penelitian sebelumnya yang sejenis dengan penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini. Studi literatur ini bertujuan untuk menganalisa sistem-sistem yang sudah ada, serta sebagai bahan referensi dalam penyusunan laporan.

2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dengan pengamatan langsung ke perkebunan jeruk di desa Pugung Raharjo Kecamatan Sekampung Udik Kabupaten Lampung Timur dan Kebun Jeruk Agrowisata Alam Segar Sari Kecamatan Sekincau Kabupaten Lampung Barat bersama Ibu Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P. Dosen Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung, serta berdasarkan buku Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia (Semangun, 2015). Data yang dikumpulkan berupa jenis-jenis penyakit tanaman jeruk serta dilengkapi dengan gejala, pengendalian, dan informasi lain terkait penyakit tersebut.

3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan tahapan rencana pengembangan sistem kedalam bentuk desain yang digunakan untuk memudahkan pengguna melihat rancangan sistem yang dibuat. Pada penelitian ini perancangan sistem dilakukan dengan memodelkan permasalahan dalam bentuk diagram UML (*Unified Modelling Language*) *Usecase* diagram serta perancangan antarmuka (*interface*) sistem.

a. *Usecase* Diagram

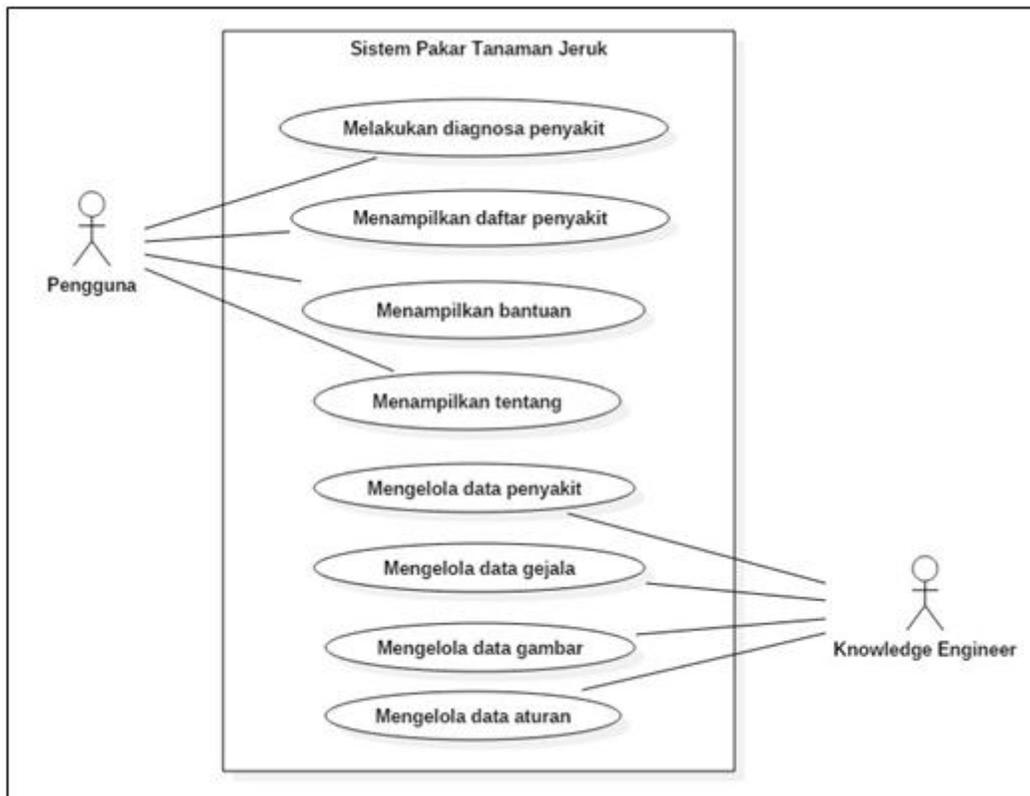
Usecase diagram adalah diagram yang menggambarkan secara ringkas sudut pandang pengguna sistem. Pada penelitian ini terdapat dua *usecase* diagram, yaitu *usecase* diagram untuk pengguna dan *knowledge engineer*.

a). Usecase Diagram untuk Pengguna

Pengguna dapat melakukan empat fungsi diantaranya, yaitu melakukan diagnosa, menampilkan halaman daftar penyakit, menampilkan halaman bantuan, dan menampilkan halaman tentang.

a). Usecase Diagram untuk Knowledge Engineer

Knowledge Engineer dapat melakukan empat fungsi, diantaranya yaitu mengelola penyakit, mengelola gejala, mengelola gambar, mengelola aturan/rule, Usecase diagram pengguna dan Knowledge Engineer dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Usecase Diagram Pengguna dan Knowledge Engineer.

b. Rancangan Antarmuka (*Interface*)

Rancangan antarmuka dilakukan untuk merancang tata letak sistem sesuai dengan analisis kebutuhan sistem. Antarmuka pada penelitian ini dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu antarmuka untuk *knowledge engineer* dan antarmuka untuk pengguna.

a). Antarmuka Knowledge Engineer

1. Halaman *Login*

Halaman login merupakan halaman yang paling pertama tampil apabila *knowledge engineer* mengakses sistem. Pada halaman *login knowledge engineer* akan memasukkan *username* dan *password*, apabila *username* dan *password* valid maka sistem akan menampilkan halaman utama *knowledge engineer*. Apabila *username* dan *password* tidak valid maka sistem akan menampilkan pesan kesalahan. Rancangan halaman *login* dapat dilihat pada Gambar 4.

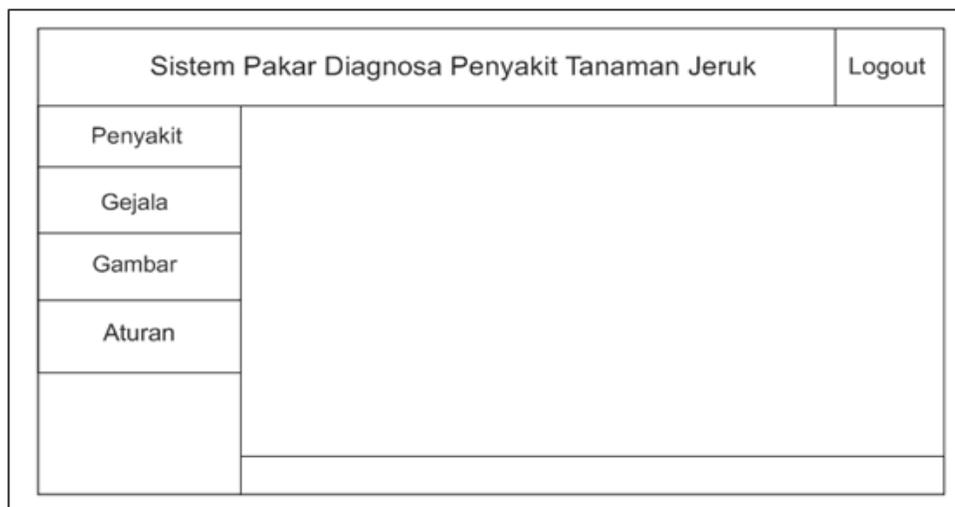


The image shows a login form for a Knowledge Engineer. It features a central circular logo with the word "Logo" inside. Below the logo, the text "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jeruk" is displayed. Underneath, there are two input fields: "Username :" followed by a rectangular box, and "Password :" followed by another rectangular box. The entire form is enclosed in a double-line border.

Gambar 4. Rancangan Halaman *Login Knowledge Engineer*.

2. Halaman Utama *Knowledge Engineer*

Halaman Utama *Knowledge Engineer* merupakan halaman utama *knowledge engineer* setelah melakukan *login*. Pada halaman utama *knowledge engineer* akan menampilkan beberapa menu yang berhubungan dengan pengelolaan data pada sistem. Rancangan halaman utama *knowledge engineer* dapat dilihat pada Gambar 5.



The image shows a wireframe for the main page of a Knowledge Engineer system. It features a header bar with the title 'Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jeruk' on the left and a 'Logout' button on the right. Below the header is a vertical navigation menu with five items: 'Penyakit', 'Gejala', 'Gambar', 'Aturan', and an empty box. The main content area is a large empty rectangle.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jeruk		Logout
Penyakit		
Gejala		
Gambar		
Aturan		

Gambar 5. Rancangan Halaman Utama *Knowledge Engineer*.

3. Halaman Penyakit

Halaman penyakit berisi daftar penyakit yang ada di *database*. Pada halaman ini *knowledge engineer* dapat melihat data, menyunting data, menambah data, dan menghapus data. Rancangan halaman penyakit dapat dilihat pada Gambar 6.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jeruk		Logout																		
Penyakit	Daftar Penyakit																			
Gejala	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Nama Penyakit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Blendok Phytophthora</td> <td>Lihat</td> <td>Edit Hapus</td> </tr> <tr> <td>Diplodia Basah</td> <td>Lihat</td> <td>Edit Hapus</td> </tr> <tr> <td>Diplodia Kering</td> <td>Lihat</td> <td>Edit Hapus</td> </tr> <tr> <td>Gleosporium (Antraknosa)</td> <td>Lihat</td> <td>Edit Hapus</td> </tr> <tr> <td colspan="3"> </td> </tr> </tbody> </table>		Nama Penyakit			Blendok Phytophthora	Lihat	Edit Hapus	Diplodia Basah	Lihat	Edit Hapus	Diplodia Kering	Lihat	Edit Hapus	Gleosporium (Antraknosa)	Lihat	Edit Hapus			
Nama Penyakit																				
Blendok Phytophthora	Lihat	Edit Hapus																		
Diplodia Basah	Lihat	Edit Hapus																		
Diplodia Kering	Lihat	Edit Hapus																		
Gleosporium (Antraknosa)	Lihat	Edit Hapus																		
Gambar																				
Aturan																				
<input type="button" value="Tambah Penyakit"/>																				

Gambar 6. Rancangan Halaman Penyakit.

4. Halaman Tambah Penyakit

Halaman tambah penyakit merupakan *form* isian tentang data penyakit untuk menambahkan data penyakit baru. Pada halaman tambah penyakit *knowledge engineer* mengisi nama penyakit, deskripsi penyakit, dan pengendalian penyakit.

Rancangan halaman tambah penyakit dapat dilihat pada Gambar 7.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jeruk		Logout						
Penyakit	Tambah Penyakit							
Gejala	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Nama Penyakit</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Deskripsi Penyakit</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Penanggulangan Penyakit</td> <td><input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>		Nama Penyakit	<input type="text"/>	Deskripsi Penyakit	<input type="text"/>	Penanggulangan Penyakit	<input type="text"/>
Nama Penyakit	<input type="text"/>							
Deskripsi Penyakit	<input type="text"/>							
Penanggulangan Penyakit	<input type="text"/>							
Gambar								
Aturan								
<input type="button" value="Simpan"/> <input type="button" value="Batal"/>								

Gambar 7. Rancangan Halaman Tambah Penyakit.

5. Halaman Gejala

Halaman gejala berisi data gejala yang ada di *database*. Pada halaman ini *knowledge engineer* dapat menyunting data, menambah data, dan menghapus data. Rancangan halaman gejala dapat dilihat pada Gambar 8.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jeruk		Logout
Penyakit	Daftar Gejala	
Gejala	<input type="text" value="Nama Gejala"/>	
Gambar	Kulit batang mati dan mengelupas	<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Hapus"/>
Aturan	Cabang mati	<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Hapus"/>
	Daun Menguning	<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Hapus"/>
	Ranting jadi lemah	<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Hapus"/>
	<input type="button" value="Tambah Gejala"/>	

Gambar 8. Rancangan Halaman Gejala.

6. Halaman Tambah Gejala

Halaman tambah gejala merupakan *form* isian tentang data gejala. untuk menambahkan data gejala baru. Pada halaman tambah gejala *knowledge engineer* mengisi nama gejala dan nilai kepercayaan, lalu mengklik tombol simpan untuk menyimpan data yang ditambahkan. Rancangan halaman tambah gejala dapat dilihat pada Gambar 9.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jeruk		Logout
Penyakit	Tambah Gejala	
Gejala	Nama Gejala <input type="text"/>	
Gambar	Nilai Kepercayaan <input type="text"/>	
Aturan	<input type="button" value="Simpan"/> <input type="button" value="Batal"/>	

Gambar 9. Rancangan Halaman Tambah Gejala.

7. Halaman Kategori Gejala

Halaman kategori gejala berisi data kategori gejala yang ada di *database*. kategori ini digunakan untuk mengelompokkan gejala-gejala yang ada di *database*. Kategori gejala terdiri dari angka 1 yang berarti kondisi akar, angka 2 yang berarti kondisi batang, angka 3 yang berarti kondisi cabang atau ranting, angka 4 yang berarti daun, dan angka 5 yang berarti kondisi buah. Rancangan halaman kategori gejala dapat dilihat pada Gambar 10.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jeruk		Logout															
Penyakit																	
Gejala	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nama Gejala</th> <th>Kategori Gejala</th> <th>Aksi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td> <input type="button" value="Ubah"/> <input type="button" value="Hapus"/> </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td> <input type="button" value="Ubah"/> <input type="button" value="Hapus"/> </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td> <input type="button" value="Ubah"/> <input type="button" value="Hapus"/> </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td> <input type="button" value="Ubah"/> <input type="button" value="Hapus"/> </td> </tr> </tbody> </table>		Nama Gejala	Kategori Gejala	Aksi			<input type="button" value="Ubah"/> <input type="button" value="Hapus"/>			<input type="button" value="Ubah"/> <input type="button" value="Hapus"/>			<input type="button" value="Ubah"/> <input type="button" value="Hapus"/>			<input type="button" value="Ubah"/> <input type="button" value="Hapus"/>
Nama Gejala	Kategori Gejala	Aksi															
		<input type="button" value="Ubah"/> <input type="button" value="Hapus"/>															
		<input type="button" value="Ubah"/> <input type="button" value="Hapus"/>															
		<input type="button" value="Ubah"/> <input type="button" value="Hapus"/>															
		<input type="button" value="Ubah"/> <input type="button" value="Hapus"/>															
Gambar																	
Aturan																	

Gambar 10. Rancangan Halaman Kagori Gejala.

8. Halaman Tambah Kategori Gejala

Halaman tambah kategori gejala merupakan *form* isian tentang data kategori gejala. Untuk menambahkan data kategori gejala baru. Pada halaman tambah kategori gejala *knowledge engineer* mengisi nama gejala dan nilai kategori, lalu mengklik tombol simpan untuk menyimpan data yang ditambahkan. Rancangan halaman tambah gejala dapat dilihat pada Gambar 11.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jeruk		Logout
Penyakit	Tambah Kategori Gejala <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> Nama Gejala : <input style="width: 100%;" type="text"/> Kategori Gejala : <input style="width: 100%;" type="text"/> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <input type="button" value="Simpan"/> <input type="button" value="Batal"/> </div>	
Gejala		
Gambar		
Aturan		

Gambar 11. Rancangan Halaman Tambah Kategori Gejala.

9. Halaman Gambar

Halaman gambar berisi data gambar yang ada di *database*. Pada halaman ini *knowledge engineer* dapat menambah, menyunting, dan menghapus gambar. Untuk menambahkan gambar pada suatu penyakit pakar dapat mengklik penyakit yang dituju maka sistem akan menampilkan halaman tambah gambar. Rancangan halaman Gambar dapat dilihat pada Gambar 12.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jeruk		Logout															
Penyakit	Daftar Gambar																
Gejala	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nama Penyakit</th> <th>Gambar</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tristeza</td> <td><input type="text" value="Gambar"/></td> <td><input type="button" value="Tambah"/></td> <td><input type="button" value="Edit"/></td> <td><input type="button" value="Hapus"/></td> </tr> <tr> <td>Psoriasis</td> <td><input type="text" value="Gambar"/></td> <td><input type="button" value="Tambah"/></td> <td><input type="button" value="Edit"/></td> <td><input type="button" value="Hapus"/></td> </tr> </tbody> </table>		Nama Penyakit	Gambar				Tristeza	<input type="text" value="Gambar"/>	<input type="button" value="Tambah"/>	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Hapus"/>	Psoriasis	<input type="text" value="Gambar"/>	<input type="button" value="Tambah"/>	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Hapus"/>
Nama Penyakit	Gambar																
Tristeza	<input type="text" value="Gambar"/>	<input type="button" value="Tambah"/>	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Hapus"/>													
Psoriasis	<input type="text" value="Gambar"/>	<input type="button" value="Tambah"/>	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Hapus"/>													
Gambar																	
Aturan																	

Gambar 12. Rancangan Halaman Gambar.

10. Halaman Tambah Gambar

Halaman tambah gambar merupakan *form* isian tentang data gambar untuk menambahkan gambar baru. Pada halaman tambah gambar *knowledge engineer* mengisi deskripsi gambar dan memilih gambar yang akan ditambahkan, lalu mengklik tombol simpan untuk menyimpan data yang ditambahkan. Rancangan halaman tambah gambar dapat dilihat pada Gambar 13.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jeruk		Logout
Penyakit	Tambah Gambar	
Gejala	Deskripsi Gambar <input type="text"/>	
Gambar	Pilih Gambar <input type="text"/> <input type="button" value="Browse"/>	
Aturan	<input type="button" value="Simpan"/> <input type="button" value="Batal"/>	

Gambar 13. Rancangan Halaman Tambah Gambar.

11. Halaman Aturan

Halaman aturan berisi aturan yang mengatur hubungan antara penyakit dan gejala. Pada halaman ini *knowledge engineer* dapat melihat data aturan dan menyunting aturan. Rancangan halaman aturan dapat dilihat pada Gambar 14.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jeruk		Logout															
Penyakit	Daftar Aturan																
Gejala	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nama Penyakit</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Blendok Phytophthora</td> <td><input type="button" value="Lihat"/></td> <td><input type="button" value="Edit"/></td> </tr> <tr> <td>Diplodia Basah</td> <td><input type="button" value="Lihat"/></td> <td><input type="button" value="Edit"/></td> </tr> <tr> <td>Diplodia Kering</td> <td><input type="button" value="Lihat"/></td> <td><input type="button" value="Edit"/></td> </tr> <tr> <td>Gleosporium (Antraknosa)</td> <td><input type="button" value="Lihat"/></td> <td><input type="button" value="Edit"/></td> </tr> </tbody> </table>		Nama Penyakit			Blendok Phytophthora	<input type="button" value="Lihat"/>	<input type="button" value="Edit"/>	Diplodia Basah	<input type="button" value="Lihat"/>	<input type="button" value="Edit"/>	Diplodia Kering	<input type="button" value="Lihat"/>	<input type="button" value="Edit"/>	Gleosporium (Antraknosa)	<input type="button" value="Lihat"/>	<input type="button" value="Edit"/>
Nama Penyakit																	
Blendok Phytophthora	<input type="button" value="Lihat"/>	<input type="button" value="Edit"/>															
Diplodia Basah	<input type="button" value="Lihat"/>	<input type="button" value="Edit"/>															
Diplodia Kering	<input type="button" value="Lihat"/>	<input type="button" value="Edit"/>															
Gleosporium (Antraknosa)	<input type="button" value="Lihat"/>	<input type="button" value="Edit"/>															
Gambar																	
Aturan																	

Gambar 14. Rancangan Halaman Aturan.

12. Halaman Ubah Aturan

Halaman ubah aturan *knowledge engineer* dapat merubah aturan gejala dari suatu penyakit. *knowledge engineer* menandai atau menghilangkan tanda pada gejala penyakit, lalu mengklik tombol simpan untuk menyimpan perubahan data. Rancangan halaman ubah aturan dapat dilihat pada Gambar 15.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jeruk		Logout										
Penyakit	Ubah Aturan											
Gejala	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nama Gejala</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kulit batang mati dan mengelupas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Cabang mati</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Daun Menguning</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Ranting jadi lemah</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Nama Gejala		Kulit batang mati dan mengelupas	<input type="checkbox"/>	Cabang mati	<input type="checkbox"/>	Daun Menguning	<input type="checkbox"/>	Ranting jadi lemah	<input type="checkbox"/>
Nama Gejala												
Kulit batang mati dan mengelupas	<input type="checkbox"/>											
Cabang mati	<input type="checkbox"/>											
Daun Menguning	<input type="checkbox"/>											
Ranting jadi lemah	<input type="checkbox"/>											
Gambar												
Aturan												
	<input type="button" value="Simpan"/> <input type="button" value="Batal"/>											

Gambar 15. Rancangan Halaman Ubah Aturan.

b) Antar muka pengguna

1. Halaman Beranda

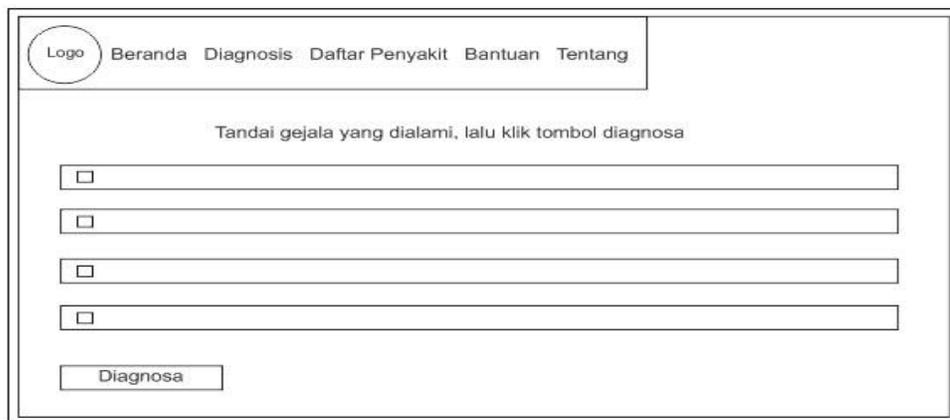
Halaman beranda merupakan halaman utama yang muncul ketika pengguna mengakses sistem. Pada halaman beranda terdapat menu beranda, diagnosa, daftar penyakit, bantuan, dan tentang. Rancangan halaman beranda dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Rancangan Halaman Beranda.

2. Halaman Diagnosa

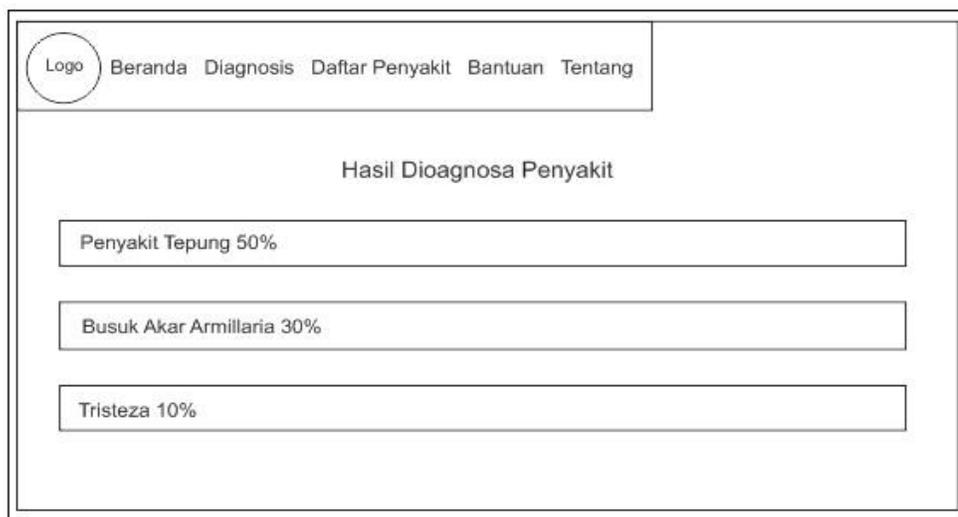
Halaman diagnosa merupakan halaman untuk melakukan diagnosa penyakit. Pada halaman ini pengguna menandai gejala-gejala yang dialami, lalu pengguna mengklik tombol diagnosa untuk melakukan diagnosa penyakit. Rancangan halaman diagnosa dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Rancangan Halaman Diagnosa.

3. Halaman Hasil Diagnosa

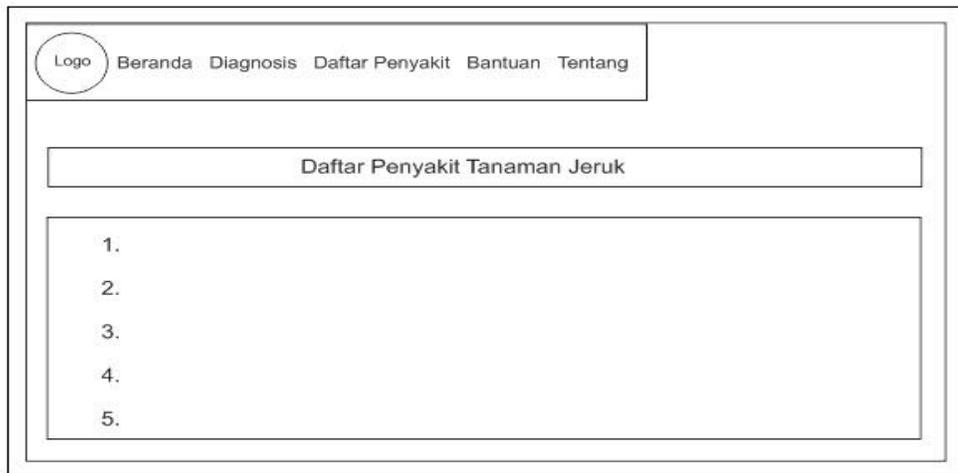
Halaman hasil diagnosa merupakan halaman yang menampilkan hasil diagnosa berdasarkan gejala-gejala yang dipilih pada halaman diagnosa. Halaman ini berisi nama penyakit dan persentase kemungkinan penyakit yang dialami. Pengguna dapat mengklik nama penyakit untuk melihat deskripsi penyakit. Rancangan halaman hasil diagnosa dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Rancangan Halaman Hasil Diagnosa.

4. Halaman Daftar Penyakit

Halaman daftar penyakit merupakan halaman yang berisi daftar penyakit tanaman jeruk pada sistem. Nama-nama tersebut dapat diklik untuk melihat deskripsi penyakit tersebut. Rancangan halaman daftar penyakit dapat dilihat pada Gambar 19.

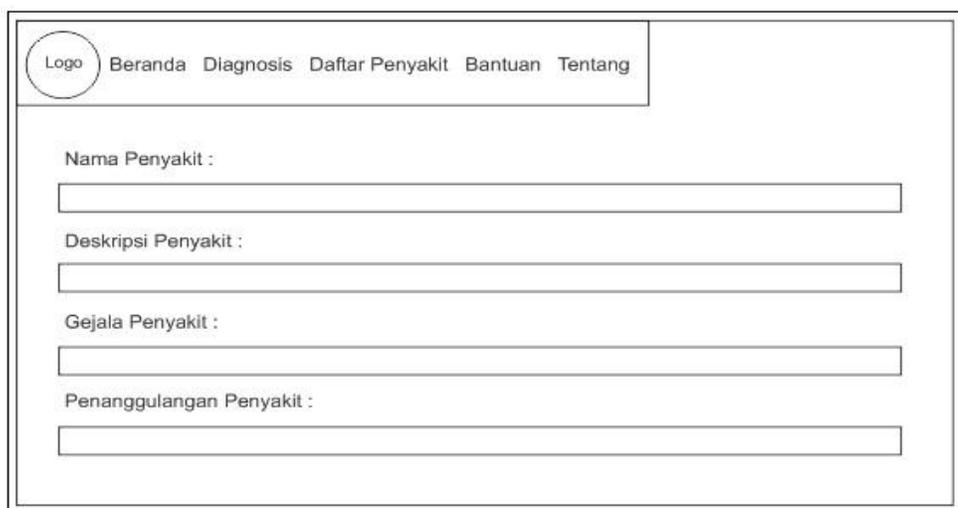


The image shows a wireframe for a 'Daftar Penyakit' (Disease List) page. At the top, there is a navigation bar with a circular 'Logo' icon and the following text links: 'Beranda', 'Diagnosis', 'Daftar Penyakit', 'Bantuan', and 'Tentang'. Below the navigation bar is a main heading box containing the text 'Daftar Penyakit Tanaman Jeruk'. Underneath the heading is a large rectangular area containing a numbered list from 1 to 5, representing the list of diseases.

Gambar 19. Rancangan Halaman Daftar Penyakit.

5. Halaman Deskripsi Penyakit

Halaman deskripsi penyakit merupakan halaman lanjutan dari halaman daftar penyakit. Halaman ini berisi nama penyakit, deskripsi penyakit, gejala penyakit, dan pengendalian penyakit yang dipilih pada halaman daftar penyakit. Rancangan halaman deskripsi penyakit dapat dilihat pada Gambar 20.

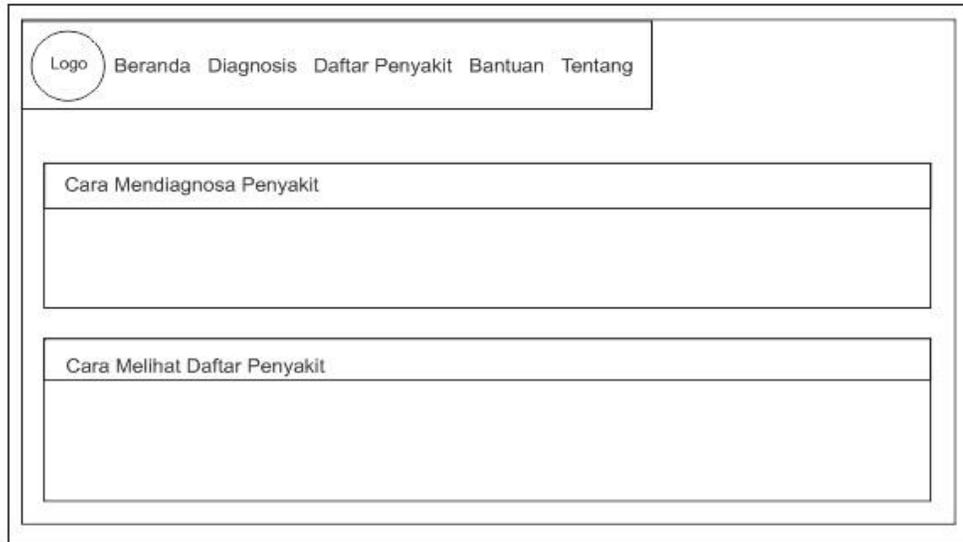


The image shows a wireframe for a 'Deskripsi Penyakit' (Disease Description) page. It features the same navigation bar as Gambar 19, with 'Daftar Penyakit' highlighted. Below the navigation bar, there are four labeled input fields, each with a corresponding text label and a rectangular input box: 'Nama Penyakit :', 'Deskripsi Penyakit :', 'Gejala Penyakit :', and 'Penanggulangan Penyakit :'. The labels are positioned to the left of the input boxes.

Gambar 20. Rancangan Halaman Deskripsi Penyakit.

6. Halaman Bantuan

Halaman bantuan berisi panduan bagi pengguna tentang cara pengguna untuk menggunakan sistem. Rancangan halaman pengguna dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Rancangan Halaman Bantuan.

7. Halaman Tentang

Halaman tentang berisi informasi mengenai sistem pakar ini serta pengembang sistem. Rancangan halaman tentang dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Rancangan Halaman Tentang.

4. Implementasi

Tahap implementasi merupakan tahap pembuatan dan pengembangan sistem berdasarkan perancangan yang telah dibuat sebelumnya. Sistem akan dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman *PHP*, *HTML*, dan *database MySQL*.

5. Pengujian

Tahapan pengujian dilakukan setelah tahapan pembuatan sistem selesai dilakukan. Tujuan dilakukan pengujian untuk memastikan apakah sistem yang dibuat dapat bekerja sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan. Tahapan pengujian berfungsi untuk menemukan kesalahan-kesalahan dan memastikan sistem pakar akan memberikan hasil yang akurat. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengujian internal dan eksternal.

a. Pengujian Internal

Pengujian internal dilakukan oleh peneliti untuk menguji fungsionalitas sistem, dengan menguji kepakaran sistem atau hasil identifikasi sistem pakar berdasarkan gejala-gejala yang diberikan.

a). Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional yang dilakukan yaitu menggunakan metode *balckbox testing* dengan teknik *equivalence partitioning (EP)*. *EP* akan membagi domain masukan dari program kedalam kelas-kelas sehingga *test case* dapat diperoleh. Pengujian *EP* dapat digunakan untuk mencari kesalahan pada fungsi, dapat mengetahui kesalahan pada antarmuka, dan kesalahan pada struktur data sehingga dapat mengurangi masalah terhadap nilai masukan. Perancangan kasus uji *EP* berdasarkan evaluasi kelas *equivalence* untuk kondisi input yang menggambarkan kumpulan keadaan yang valid atau tidak valid.

b). Pengujian Kepakaran Sistem

Pengujian kepakaran bertujuan untuk menguji kemampuan sistem pakar dalam mendiagnosa penyakit tanaman jeruk berdasarkan gejala-gejala yang diberikan. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil diagnosa pakar dengan diagnosa sistem.

b. Pengujian Eksternal

Pengujian eksternal yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah menggunakan metode kuisisioner. Tujuan dari pengujian menggunakan kuisisioner ini yaitu untuk mengetahui penilaian pengguna / responden mengenai sistem pakar yang telah dibangun.

6. Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan dilakukan apabila semua tahapan penelitian telah selesai dilakukan dan sistem telah selesai diuji, serta tidak ada kesalahan lagi. Penulisan laporan bertujuan untuk mendokumentasikan seluruh kegiatan pengembangan sistem pakar diagnosa penyakit tanaman jeruk dari awal hingga akhir. Tahap ini merupakan tahap akhir dalam penelitian sebagai bukti dokumentasi dari penelitian yang telah dilakukan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah berhasil dibangun sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit tanaman jeruk berbasis web yang dapat membantu petani dalam mendiagnosa penyakit tanaman jeruk berdasarkan gejala-gejala yang dialami tanaman.
2. Sistem dapat mendiagnosis dan memberikan informasi mengenai penyakit tanaman jeruk, gejala, penyebab, deskripsi, pengendalian, dan gambar penyakit.
3. Hasil diagnosis dan persentase besar kemungkinannya diperoleh dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh akurasi rata-rata sebesar 95,75% sehingga dapat disimpulkan sistem dapat mendiagnosa penyakit tanaman jeruk dengan baik.
4. Berdasarkan pengujian terhadap pengguna, dari 9 pernyataan terhadap kuisisioner variabel interaktif dan 5 pernyataan terhadap kuisisioner variabel *user friendly* yang dinilai dari dua kelompok responden dengan total 45 orang. Kelompok I diperoleh

nilai kepuasan terhadap variabel interaktif, yaitu 82,66% yang artinya sistem dikategorikan sangat baik. Nilai kepuasan terhadap *user friendly*, yaitu 79,8% yang artinya sistem dikategorikan baik. Kelompok II diperoleh nilai kepuasan terhadap variabel interaktif, yaitu 81,42% dan *user friendly* 83,36% yang artinya sistem dikategorikan sangat baik.

B. Saran

Saran yang diberikan diantaranya :

1. Penerapan metode *Dempster Shafer* untuk sistem pakar pada komoditas pertanian lainnya. Misalnya metode ini diterapkan pada sistem pakar untuk diagnosis penyakit pada tanaman jambu kristal, buah anggur, melon, dan lain-lain.
2. Penambahan fitur umpan balik dari pengguna. Sistem dapat menerima masukan penilaian dari pengguna apakah hasil diagnosis sesuai dengan kondisi yang sebenarnya atau tidak, yang berupa pemberian tanda setuju atau tidak setuju.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Jaenal. 2011. Sistem Pakar Untuk Mengidentifikasi Jenis Penyakit pada Tanaman Jeruk Berbasis WAP. ISSN: 2089-112. 152–163.
- Arthalia, Ika., Aristoteles, & Suharjo, Radix. 2016. Sistem Identifikasi Penyakit Tanaman Padi dengan Menggunakan Metode *Forward Chaining*. *Jurnal Komputesi*. 4(1), 10.
- Azwar, S. 2011. *Sikap Manusia : Teori dan Pengembangannya*. Jakarta : Pustaka Belajar
- Handayani, M., Taufiq. & Soegiarto. 2016. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Semangka Menggunakan Metode *Dempster Shafer* Berbasis Web. 12(1).
- Hidayat, Y., & Destiani, D. 2015. Pengembangan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Jeruk Keprok Garut. *Jurnal Algoritma Sekolah Tinggi Teknologi Garut*. 12(1).
- Istijanto. 2005. *Riset Sumber Daya Manusia Cara Praktis Mendeteksi Dimensi-*

dimensi Kerja Karyawan. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.

Kristanti, T. & T, Sitepu. 2013. Sistem Pakar Hama dan Penyakit pada Tanaman Jeruk Manis di Kabupaten Karo.

Kusrini. 2006. *Sistem Pakar, Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta : Andi Offset.

Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial intelegence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Maulana, J.R., Fitriyadi, & R. Fitriani. 2016. Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Karet dengan Metode *Dempster-Shafer*. *JUTISI*.5(1).1014.

Maulana, S., Hidayat, N., & Santoso, E. 2017. Implementasi Metode *Dempster Shafer* Dalam Diagnosis Penyakit Pada Tanaman Jeruk. 1(12)

Muliadi, I. Budiman, Pratama, M. A., & Sofyan, A. 2017. *Fuzzy dan Dempster Shafer* pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Cabai. *Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer (KLIK)*. 04(02), 209–222.

Nahampun, M.T.2014. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Tanaman Kelapa Sawit dengan Menggunakan Metode *Dempster Shafer*. 7(1). 55–59.

Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. 2015. *Outlook* Komoditas Pertanian Subsektor Hortikultura Jeruk. Jakarta : Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian.

Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. 2016. *Outlook*

Komoditas Pertanian Subsektor Hortikultura Jeruk. Jakarta : Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian.

Putra, A.P.A., Aristoteles, & Diantari, Rara. 2016. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Ikan Budidaya Air Tawar dengan Metode *Forward Chaining* Berbasis Android. *Jurnal Komputasi*. 4(1), 94.

Rahmawati, Y., Yustiana, D., & Asmoro, R. W.2012. Sistem Pakar *Online* untuk Mengidentifikasi Hama pada Tanaman Jeruk. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 6(1), 81–86.

Rosnelly, R. 2012. *Sistem Pakar Konsep dan Teori*. Yogyakarta : Andi Offset.

Saputra, V. A., Seniwati, E., & Verawati, I. 2018. *Forward Chaining* Untuk Diagnosa Hama Dan Penyakit Tanaman Jeruk, 43–48.

Semangun, H. 2015 . *Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press.

Sukri, Z. & H. Rakhmad. 2016. Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Tanaman Jeruk Menggunakan Metode *Euclidean Distance*. *JUSTINDO, Jurna Sistem & Teknologi Informasi Indonesia*. 1(2).

Utami & F. Hari. 2015. *Rekayasa Perangkat lunak*. Yogyakarta : Depublish.

Wahyuni, E.G. & W. Prijodiprojo. 2013. *Prototype* Sistem Pakar untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Koroner dengan Metode *Dempster-Shafer* (Studi Kasus : RS . PKU Muhammadiyah Yogyakarta). 23(2). 161–171

Wibisono, W. & F. Baskoro. 2002. Pengujian Perangkat Lunak dengan Menggunakan Model *Behavior UML*. *JUTI*. 1(1). 43-44.

Wicaksono, R. A., Hidayat, N. & Indriati. 2018. Implementasi Metode *Dempster-Shafer* untuk Diagnosis Penyakit pada Tanaman Kedelai. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*.2(3).