

repository.ub.ac.id

**PERMODELAN SISTEM PAKAR DIAGNOSA HAMA-PENYAKIT
PADA TANAMAN BAWANG MERAH DENGAN METODE
DEMPSTER-SHAFER**

SKRIPSI

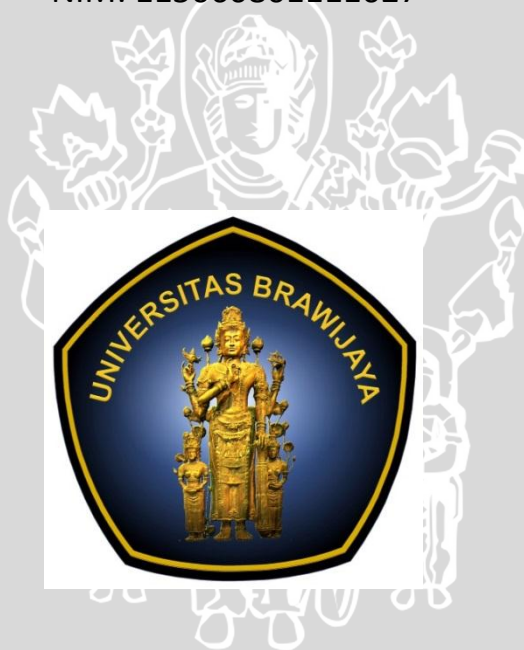
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Teguh Adi Gunawan

NIM: 115060801111027

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2016

PENGESAHAN

PEMODELAN SISTEM PAKAR DIAGNOSA HAMA-PENYAKIT PADA TANAMAN
BAWANG MERAH MENGGUNAKAN METODE *DEMPSTER-SHAFER*.

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :

TEGUH ADI GUNAWAN

NIM: 115060801111027

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada

19 Mei 2016

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Nurul Hidayat, S.Pd., MSc.

Indriati, S.T, M.Kom.

NIP: 19680430 200212 1 001

NIP: 19831013 201504 2 002

Mengetahui

Ketua Program Studi Informatika

Issa Arwani, S. Kom, M.Sc

NIP: 19830922 201212 1 003

PERNYATAAN ORISINALITAS

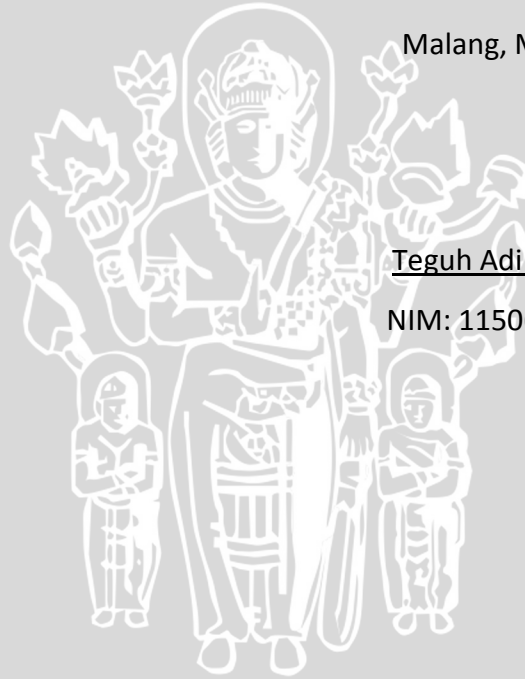
Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsurunsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, Mei 2016

Teguh Adi Gunawan

NIM: 115060801111027



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat, hidayah, serta kasih sayang-Nya kepada penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “PEMODELAN SISTEM PAKAR DIAGNOSA HAMA-PENYAKIT BAWANG MERAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE *DEMPSTER-SHAFER*” dengan baik. Tidak lupa shalawat serta salam penulis panjatkan kepada Rasulullah Muhammad SAW.

Penulisan dan penyusunan laporan skripsi ini dapat terlaksana dengan baik karena adanya bantuan secara langsung maupun tidak langsung dari pihak tertentu diantaranya:

1. Nurul Hidayat, SPd., MSc., selaku dosen pembimbing skripsi 1 yang telah meluangkan waktu dan juga memberikan ilmu, nasehat, waktu, dan semangat.
2. Indriati, S.T, M.Kom., selaku dosen pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu dan juga memberikan ilmu, nasehat, dan semangat.
3. Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, M.T, Ph.D, selaku ketua Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
4. Issa Arwani, S.Kom, M.Sc, selaku Ketua Program Studi Informatika/Illmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
5. Bapak, Ibu, dan seluruh keluarga besar atas segala nasehat, kasih sayang, perhatian, dan kesabarannya di dalam membesarkan dan mendidik penulis, serta yang senantiasa tiada henti-hentinya memberikan doa dan semangat demi terselesaikannya skripsi ini.
6. Sahabat sekaligus keluarga besar mahasiswa Lombok tengah di brawijaya yang telah memberikan motivasi dan dukungan selama kuliah dan mengerjakan skripsi di Universitas brawijaya.
7. Sahabat dan keluarga besar informatika UB kelas J angkatan 2011 dan semua teman teman FILKOM angkatan 2011 yang selalu memberikan dukungan, bantuan dan motivasi agar skripsi ini segera terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan berupa saran dan kritik dari semua pihak demi tercapainya kesempurnaan dalam skripsi ini. Akhir kata semoga penulisan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Malang, Mei 2016

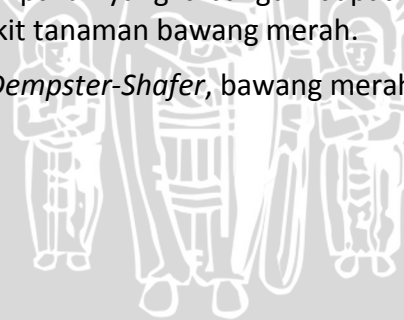
Penulis

Teguh Adi Gunawan

ABSTRAK

Bawang merah merupakan salah satu komoditas sayuran yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Salah satu faktor penghambat produksi bawang merah adalah timbul masalah serangan penyakit serta kurangnya konsultasi kepada pakar hama penyakit tanaman bawang merah. Terbatasnya jumlah pakar hama-penyakit dan jam kerja penyuluh serta kurangnya pengetahuan petani mengenai tanaman bawang merah sangat berpengaruh bagi tanaman. Salah satu cara untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah dengan sistem pakar. Sistem pakar merupakan transfer pengetahuan pakar dalam bidang tertentu ke dalam komputer, sehingga sebuah sistem pakar dapat melakukan penalaran untuk mendapatkan suatu kesimpulan. Permodelan sistem pakar diagnosa hama-penyakit tanaman bawang merah yang dibangun menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Metode *Dempster-Shafer* yaitu suatu metode yang memiliki model *frame of discernment* yang dinotasikan dengan θ (theta). *Frame of discernment* merupakan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesa untuk mengaitkan kepercayaan elemen-elemen θ karena tidak semua evidence secara langsung mendukung tiap elemen. Untuk itu perlu adanya probabilitas densitas (m) yang nantinya dicari nilai densitas terbesar sebagai hasil keputusan sistem. Pada penelitian ini jenis penyakit tanaman bawang merah yang didiagnosa terdiri dari 5 penyakit dan hama dengan masukan sistem berupa fakta-fakta gejala yang terjadi pada tanaman bawang merah yang terserang penyakit. Berdasarkan data yang digunakan dalam sistem ini diperoleh akurasi sebesar 93,54% sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem pakar yang dibangun dapat berfungsi dengan baik untuk mendiagnosa penyakit tanaman bawang merah.

Kata Kunci: Sistem Pakar, *Dempster-Shafer*, bawang merah.



ABSTRACT

Red Onion is a vegetable that potential to be developed in Indonesia. One of the factors inhibiting the production of onion is raised problems of disease and lack of expert consultation to the onion crop pests and diseases. Limited the number of expert and the number of expert's work time and less knowledge from farmer about red onion are devastating for plant. The one way to solve this problem is expert system. Expert system is the transfer of expert knowledge into a computer, so that an expert system can do reasoning to get a conclusion. Expert system that used to diagnose red onion pest-diseases are built by Dempster-Shafer method. Dempster-Shafer method is a method that has a frame of discernment model that be notated with ϑ (theta). Frame of discernment is the universe of discourse of a set of hypotheses to link the elements ϑ confidence because not all of evidence directly support each element. For that we need the probability density (m), which will look for the greatest density values as a result of the decision system. In this research, there were nine types of red onion diseases diagnosed. The input data were the facts of jathropa curcas disease's symptoms that attacked. The accuracy of this system is 93,54% so it can be concluded that expert systems can function properly to diagnose jathropa curcas diseases.

Keywords: Dempster-Shafer, Red Onion (*Allium cepa* var. *aggregatum*), Expert System

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	vii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan masalah	3
1.6 Sistematika pembahasan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Metode Pengendali Hama dan Penyakit Tanaman Bawang Merah.....	8
2.2.1 Klasifikasi Tanaman Bawang Merah	8
2.2.2 Morfologi.....	8
2.2.3 Jenis Hama dan Penyakit Bawang Merah	9
2.2.4 Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Bawang Merah.....	12
2.2 Pemodelan	12
2.2.1 Kegunaan model	13
2.2.2 Keuntungan yang diberikan oleh model.....	13
2.3 Sistem Pakar.....	13
2.3.1 Konsep Dasar Sistem Pakar	14
2.3.2 Tujuan Sistem Pakar	15
2.3.3 Bentuk Sistem Pakar	15

2.3.4 Ciri-ciri Sistem Pakar	16
2.3.5 Struktur Sistem Pakar.....	16
2.3.6 Keuntungan Sistem Pakar	18
2.3.7 Kelemahan Sistem Pakar.....	19
2.3.8 Metode Inferensi.....	19
2.4 Teori <i>Dempster-SHAFER</i>	20
2.6 Pengujian (Testing)	22
2.6.1 Pengujian Blackbox	22
2.6.2 Pengujian Akurasi.....	22
BAB 3 METODOLOGI	23
3.1 Studi Literatur	23
3.2 Pengumpulan Data	24
3.3 Analisa Kebutuhan	25
3.4 Perancangan Sistem.....	25
3.4.1 Model Perancangan sistem.....	25
3.4.2 Arsitektur Sistem Pakar.....	26
3.5 Implementasi Sistem	27
3.6 Pengujian	27
3.7 Kesimpulan.....	28
BAB 4 PEMBAHASAN	29
4.1 Analisa kebutuhan perangkat lunak.....	29
4.1.1 Identifikasi Aktor.....	30
4.1.2 Analisa Kebutuhan Masukan.....	31
4.1.3 Analisa kebutuhan Proses.....	33
4.1.4 Analisa kebutuhan keluaran.....	34
4.2 Perancangan Sistem Pakar.....	34
4.2.1 Akuisisi Pengetahuan	35
4.2.2 Basis Pengetahuan	37
4.2.3 Mesin Inferensi.....	41
4.2.4 Perhitungan Manual.....	46
4.2.5 Black Board (Daerah Kerja).....	50
4.2.6 Fasilitas penjelas.....	50



4.2.7 Antarmuka.....	50
4.3 Perancangan Perangkat Lunak.....	56
4.3.1 Entity relationship Diagram (ERD).....	56
BAB 5 IMPLEMENSTASI SISTEM.....	59
5.1 Spesifikasi Sistem	60
5.1.1 Spesifikasi Perangkat keras.....	60
5.1.2 Spesifikasi Perangkat lunak.....	60
5.2 Batasan Implementasi.....	60
5.3 Implementasi Sistem pakar.....	61
5.3.1 Implementasi Basis Pengetahuan.....	61
5.3.1.1 Implementasi Basis Data.....	61
5.3.1.2 Implementasi Aturan.....	61
5.3.2 Implementasi Mesin Inferensi.....	63
5.3.2.1 Implementasi proses perhitungan metode dempster-shafer.	64
5.3.3 Implementasi Antarmuka.....	67
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	76
6.1 Pengujian Blakbox.....	76
6.1.1 Skenario Pengujian Blakbox.....	76
6.1.1.1 tujuan.....	77
6.1.1.2 Prosedur.....	77
6.1.1.3 Hasil.....	87
6.1.2 Analisis Pengujian Blakbox.....	88
6.2 Pengujian Akurasi.....	88
6.2.1 Skenario Pengujian Akurasi.....	88
6.2.1.1 Tujuan.....	88
6.2.1.2 Prosedur.....	102
6.2.1.3 Hasil.....	102
6.2.2 Analisis Pengujian Akurasi.....	102
BAB 7 PENUTUP.....	103
7.1 kesimpulan.....	103
7.2 Saran.....	103



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Pustaka	6
Tabel 2.2 Sistematika tanaman bawang merah.....	8
Tabel 4.1 Identifikasi Aktor	30
Tabel 4.2 Daftar kebutuhan fungsional.....	31
Tabel 4.3 Daftar Kebutuhan Non fungsional.....	33
Tabel 4.4 Akuisisi Pengetahuan	36
Tabel 4.5 Data Aturan	38
Tabel 4.6 Nilai Densitas Penyakit	40
Tabel 4.7 Aturan Kombisani untuk m3 kasus 2.....	47
Tabel 4.8 Aturan kombinasi untuk m5 kasus 2.....	49
Tabel 5.1 Spesifikasi Perangkat Keras.....	60
Tabel 5.2 Spesifikasi Perangkat Lunak	60
Tabel 5.3 Implementasi Aturan.....	62
Tabel 5.4 Implementasi Sistem Berdasarkan manualisasi Perancangan.....	66
Tabel 6.1 penjelasan kasus uji registrasi pengguna umum	77
Tabel 6.2 Pengujian black Box kasus Uji Registrasi Pengguna Umum.....	77
Tabel 6.3 penjelasan kasus uji login.....	78
Tabel 6.4 Pengujian BlackBox Kasus Uji Proses Login.....	78
Tabel 6.5 Penjelasan kasus uji Proses Diagnosa Penyakit Tanaman Bawang Merah	79
Tabel 6.6 Pengujian blackBox kasus Uji Proses Diagnosa Penyakit Tanaman Bawang Merah.....	80
Tabel 6.7 Penjelasan Kasus Uji Tambah Data gejala	80
Tabel 6.8 Pengujian blackBox kasus Uji Tambah Gejala	80
Tabel 6.9 Penjelasan kasus uji ubah data gejala	81
Tabel 6.10 Pengujian blackBox kasus Uji Ubah Data Gejala	81
Tabel 6.11 Penjelasan Kasus Uji hapus Data gejala	82
Tabel 6.12 Pengujian blackBox kasus Uji Hapus Data gejala	82
Tabel 6.13 Penjelasan kasus uji tambah data penyakit dan solusi penanganan ..	82

Tabel 6.14 Pengujian blackBox kasus Uji Tambah data penyakit dan solusi penanganan..... 83

Tabel 6.15 Penjelasan kasus uji ubah data penyakit dan solusi penanganan 83

Tabel 6.16 Pengujian blackBox kasus Uji ubah data penyakit dan solusi penanganan 84

Tabel 6.17 Penjelasan Kasus uji hapus data penyakit dan solusi penanganan 84

Tabel 6.18 Pengujian blackBox kasus Uji hapus data penyakit dan solusi penanganan 85

Tabel 6.19 Penjelasan Kasus uji tambah data densitas 85

Tabel 6.20 Pengujian Blackbox kasus uji Tambah data Densitas..... 85

Tabel 6.21 Penjelasan Kasus uji ubah data densitas..... 86

Tabel 6.22 Pengujian BlackBox kasus uji ubah data densitas 86

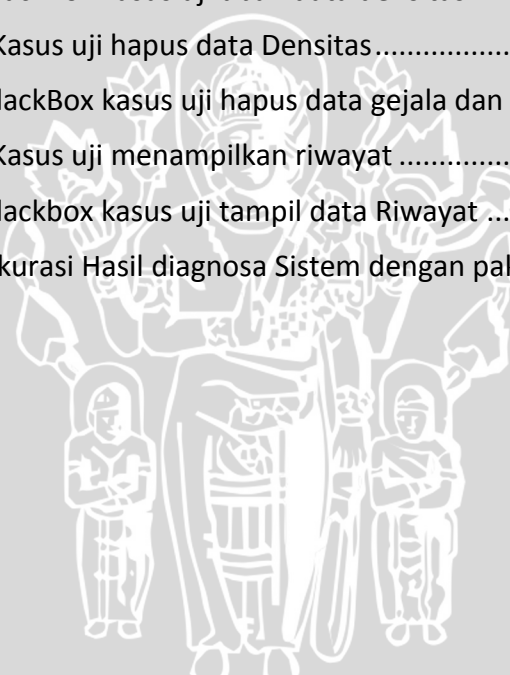
Tabel 6.23 Penjelasan Kasus uji hapus data Densitas..... 87

Tabel 6.24 Pengujian BlackBox kasus uji hapus data gejala dan penyakit 87

Tabel 6.25 Penjelasan Kasus uji menampilkan riwayat 87

Tabel 6.26 Pengujian Blackbox kasus uji tampil data Riwayat 87

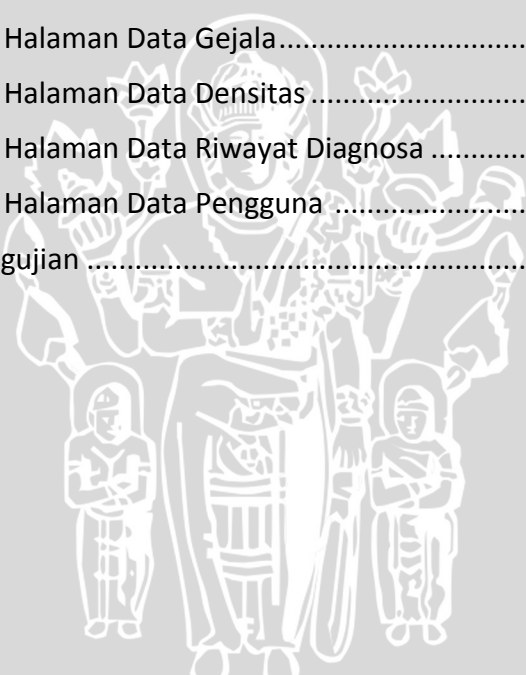
Tabel 6.27 PEngujian Akurasi Hasil diagnosa Sistem dengan pakar 89



DAFTAR GAMBAR

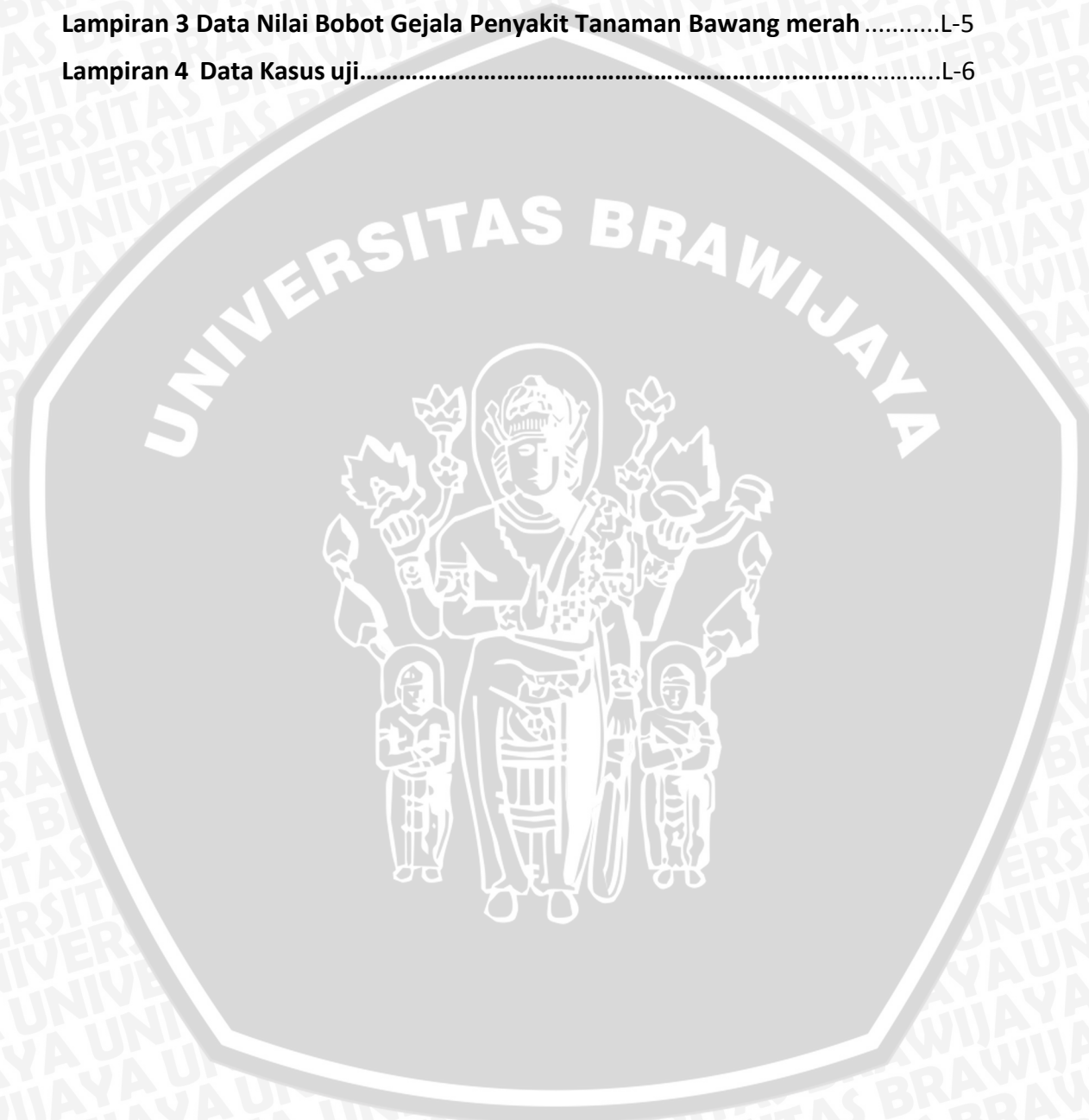
Gambar 2.1 Hama Ulat Bawang	10
Gambar 2.2 Hama lalat Bawang	10
Gambar 2.3 Penyakit Moler	11
Gambar 2.4 Penyakit Trotol	11
Gambar 2.5 Penyakit Otomatis	12
Gambar 2.6 Struktur Sistem Pakar	17
Gambar 2.7 Alur Metode Forward Chaining	19
Gambar 2.8 Alur Metode Backward Chaining	20
Gambar 3.1 Diagram Blok Metodologi Penelitian	23
Gambar 3.2 Arsitektur Sistem pakar	26
Gambar 4.1 Pohon Perancangan	29
Gambar 4.2 Mesin Inferensi <i>Forward Chaning</i> dengan Metode <i>Dempster-Shafer</i>	42
Gambar 4.3 Diagram Alir Algoritma Perhitungan <i>Dempster-Shafer</i>	44
Gambar 4.4 Rancangan Algoritma Proses Perhitungan <i>Dempster-Shafer</i>	45
Gambar 4.5 <i>Sitemap</i> Halaman Pengguna	51
Gambar 4.6 halaman utama	52
Gambar 4.7 Halaman tentang kami	52
Gambar 4.8 halaman bantuan	53
Gambar 4.9 halaman masuk	53
Gambar 4.10 halaman Daftar	54
Gambar 4.11 Halaman Utama Pengguna terdaftar	54
Gambar 4.12 Halaman Utama Pakar	55
Gambar 4.13 Halaman Utama knowledge engineer	55
Gambar 4.14 Halaman Diagnosa Penyakit	56
Gambar 4.15 rancang ERD Sistem pakar	57
Gambar 5.1 Pohon Implementasi	59
Gambar 5.2 Implementasi Diagram ER Sistem	61
Gambar 5.3 Implementasi Aturan Data Densitas	63

Gambar 5.4 Tampilan Halaman Utama.....	68
Gambar 5.5 Tampilan Halaman Registrasi.....	68
Gambar 5.6 Tampilan Halaman <i>Login</i>	69
Gambar 5.7 Tampilan Halaman Diagnosa.....	69
Gambar 5.8 Tampilan Halaman Tentang Kami.....	70
Gambar 5.9 Tampilan Halaman Bantuan.....	70
Gambar 5.10 Tampilan Halaman Awal Pengguna Terdaftar.....	71
Gambar 5.11 Tampilan Halaman Riwayat Diagnosa.....	71
Gambar 5.12 Tampilan Halaman Awal Pakar.....	72
Gambar 5.13 Tampilan Halaman Awal <i>Knowledge Engineer</i>	72
Gambar 5.14 Tampilan Halaman Data Penyakit Dan Solusi Penanganan.....	73
Gambar 5.15 Tampilan Halaman Data Gejala.....	73
Gambar 5.16 Tampilan Halaman Data Densitas.....	74
Gambar 5.17 Tampilan Halaman Data Riwayat Diagnosa.....	74
Gambar 5.18 Tampilan Halaman Data Pengguna.....	75
Gambar 6.1 Pohon Pengujian.....	61



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Wawancara.....	L-1
Lampiran 2 Data Aturan Penyakit Tanaman Bawang merah.....	L-2
Lampiran 3 Data Nilai Bobot Gejala Penyakit Tanaman Bawang merah	L-5
Lampiran 4 Data Kasus uji.....	L-6



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Setiap jenis tanaman tidak akan luput dari gangguan hama dan penyakit, dengan semakin meluasnya penanaman sayuran secara intensif serta tersedianya lahan yang sangat luas di Indonesia berpengaruh juga pada penyebaran penyakit dan hama pada sayuran tersebut. Tanaman yang terjangkit hama atau penyakit dapat mengakibatkan berkurangnya hasil dan kualitas sayuran. Bawang merah merupakan salah satu komoditas sayuran yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Bawang merah termasuk sayuran multiguna yang dimanfaatkan sebagai rempah-rempah pelengkap bumbu masak, bahan untuk industri makanan dan dipakai sebagai obat tradisional (Amaliah, 2011). Hasil produksi pertanian bawang merah dan bawang daun di Jawa Timur pada tahun 2012 mencapai 222,86 ribu ton, naik 24,47 ribu ton atau sekitar 12,3% dibandingkan dengan 2011 yang hanya berkisar 198,39 ribu ton. Bertambahnya produksi umbi bawang merah dan bawang daun pada 2012 disebabkan naiknya luas panen sebesar 1,38 ribu hektare atau sekitar 6,60% dan meningkatnya produktivitas 0,51 ton/hektare atau 5,38% dibandingkan dengan 2011 (Hasbullah, 20013). Salah satu faktor penghambat produksi bawang merah adalah masalah serangan penyakit serta kurangnya konsultasi kepada pakar hama penyakit tanaman bawang merah. Petani seringkali mengalami kesulitan dalam mengetahui penyakit atau hama yang menyerang tanaman bawang merah karena terbatasnya pengetahuan yang mereka miliki. Kurangnya pengetahuan petani dalam menentukan hama atau penyakit apa yang menyerang tanaman bawang merah dapat membuat para petani terlambat dalam menangani penyerangan tersebut. Meskipun sudah sering diadakannya penyuluhan bahkan training kepada petani terkait pengetahuan mengenai hama dan penyakit yang dapat menyerang tanaman namun petani masih saja kurang mengerti atau paham dalam mendiagnosa hama atau penyakit yang menyerang tanaman bawang merah. Selain itu terbatasnya jumlah pakar sangat berpengaruh bagi penanggulangan tanaman yang terkena serangan hama ataupun penyakit. Permasalahan yang tidak dapat diselesaikan segera akan berdampak buruk bagi kualitas tanaman bawang merah. Untuk mengatasi permasalahan pada tanaman bawang merah dapat dengan pembuatan sebuah sistem pakar.

Sistem pakar (expert system) merupakan sebuah sistem yang berusaha mengapdosikan 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. Dengan sistem pakar, orang awam pun dapat menyelesaikan masalah yang cukup rumit yang sebenarnya hanya dapat diselesaikan dengan bantuan para ahli. Bagi para ahli, sistem

pakar juga akan membantu aktivitasnya sebagai asisten yang sangat berpengalaman(Hestiningih, 2009).

Pada penelitian sebelumnya oleh Tuswanto yaitu "*Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Hama dan Penyakit Tanaman Bawang merah menggunakan Certainty Faktor*" dalam penelitian tersebut dibahas mengenai bagaimana mendiagnosa hama dan penyakit pada tanaman bawang merah. Sistem memiliki halaman konsultasi untuk melakukan diagnosa hama dan penyakit berdasarkan gejala yang diinputkan user(Tuswanto, 2013).

Pada penelitian sebelumnya oleh Dewi Pratama Kurniawati yaitu "*Implementasi Metode Dempster Shafer Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Jenis-jenis Penyakit Diabetes Melitus*" pengujian yang digunakan yaitu pengujian akurasi sistem pakar dengan data uji sebanyak 30 kasus. Hasil pengujian menunjukkan uji akurasi sebesar 96,67% dari 30 kasus menggunakan metode dempster-shafer(Dewi, 2012). Metode Dempster-Shafer adalah representasi, kombinasi dan propogasi ketidakpastian, dimana teori ini memiliki beberapa karakteristik yang secara instutitif sesuai dengan cara berfikir seorang pakar, namun dasar matematika yang kuat dan nilai akurasi perhitungan tinggi(Dewi, 2012). Metode *Dempster-Shafer* merupakan metode penalaran non monotonis yang digunakan untuk mencari ketidakkonsistenan akibat adanya penambahan maupun pengurangan fakta baru yang akan merubah aturan yang ada, sehingga penerapan metode *dempster-shafer* memungkinkan seseorang aman dalam melakukan pekerjaan seorang pakar.

Berdasarkan penjelasan dari penelitian-penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini akan dibuat dengan judul "*Permodelan Sistem Pakar Diagnosa Hama-Penyakit pada tanaman Bawang Merah dengan Metode Dempster-Shafer*". Aplikasi ini akan yang akan dibuat ini diharapkan bisa memberikan informasi yang lebih lengkap dan akurat mengenai hama dan penyakit tanaman bawang merah kepada petani guna meminimalisir kerugian dan meningkatkan produktivitas tanaman bawang merah.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut :

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

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Merancang permodelan sistem pakar diagnosa hama-penyakit tanaman bawang merah dengan metode *Dempster-Shafer*.
2. Melakukan pengujian terhadap sistem pakar diagnosa hama-penyakit tanaman bawang merah dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*.

1.4 Manfaat

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

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

1.5 Batasan masalah

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

1. Data – data penelitian dari pakar tanaman bawang merah di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jl. Raya Karangploso KM.4 Malang 65152, Jawa Timur.
2. Data gejala pada tanaman bawang merah yang digunakan sebanyak 23 gejala.
3. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Php dengan databas MySQL.

1.6 Sistematika pembahasan

Bagian ini berisi struktur skripsi ini mulai Bab Pendahuluan sampai Bab Penutup dan deskripsi singkat dari masing-masing bab. Diharapkan bagian ini dapat membantu pembaca dalam memahami sistematika pembahasan isi dalam skripsi ini.

BAB II PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan dasar teori dan referensi yang dibutuhkan dalam pemahaman permasalahan yang

dibahas dalam pembuatan tugas akhir. Teori-teori yang terdapat dalam bab ini mencakup sistem pakar, metode *Dempster-Shafer* dan penyakit pada tanaman bawan merah.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian yang meliputi studi literature, pengumpulan data, analisa kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian, dan evaluasi sistem.

BAB IV PERACANGAN

Bab ini menjelaskan analisis kebutuhan dan perancangan user interface untuk pengembangan perangkat lunak.

BAB V IMPLEMENTASI

Bab ini menjelaskan proses-proses implementasi sistem pakar dan metode *Dempster-Shafer* dalam mendiagnosa hama-penyakit pada tanaman bawang merah.

BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menjelaskan tentang cara pengujian serta akurasi hasil pada sistem pakar untuk diagnosa hama-penyakit pada tanaman bawang merah dengan membandingkan hasil penelitian dengan hasil yang telah ada.



BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi uraian dan pembahasan tentang teori, konsep, model, metode, atau sistem dari literatur ilmiah, yang berkaitan dengan tema, masalah, atau pertanyaan penelitian. Dasar teori adalah membahas teori yang diperlukan untuk menyusun penelitian yang diusulkan.

Kajian pustaka pada penelitian ini adalah membahas penelitian sebelumnya yang berjudul "Implementasi Metode *Dempster-Shafer* Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Jenis-jenis Penyakit Diabetes Militus". Dasar teori yang akan dibahas pada bab ini yaitu dasar teori mengenai Sistem pakar, Algoritma *Dempster-Shafer*, tinjauan umum tanaman bawang merah, dan jenis penyakit pada tanaman bawang merah.

2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka pada penelitian ini akan membahas tentang beberapa penelitian sistem pakar yang telah dilakukan sebelumnya. Beberapa penelitian tersebut akan digunakan peneliti untuk mendukung penelitian dalam skripsi ini. Referensi pertama adalah penelitian yang dilakukan Andino Maselena, dkk dengan judul "*Skin Infection Detection using Dempster-Shafer Theory*". Penelitian ini membangun suatu sistem pakar dengan metode *Dempster-Shafer*. *Input* dalam penelitian ini adalah gejala-gejala penyakit kulit. Hasil dari penelitian ini berupa hasil diagnosa penyakit kulit, penyebab dan solusi pengobatan.(Andino, 2012).

Referensi kedua yaitu penelitian yang dilakukan Depi Trisnawati, dkk dengan judul "*Aplikasi Sistem Pakar untuk Diagnosa Penyakit Diabetes Melitus menggunakan Metode Dempster-Shafer*". Menurut mereka, metode *Dempster-Shafer* dalam penelitian ini dapat menggabungkan segala kemungkinan dari suatu peristiwa berdasarkan kombinasi informasi-informasi yang terpisah. *Input* dari *Input* dalam penelitian ini adalah gejala-gejala penyakit diabetes melitus. *Output* dari penelitian ini berupa hasil diagnosa, informasi mengenai diabetes melitus dan saran terapi(Depi, 2013).

Sistem pakar yang akan dibangun dalam skripsi ini yaitu sistem pakar yang menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Metode ini diharapkan dapat membantu mendiagnosa hama dan penyakit yang menyerang tanaman bawang merah berdasarkan gejala-gejala yang dimasukkan. Berdasarkan gejala-gejala yang dimasukkan kemudian akan diperoleh hasil yang akurat dengan identifikasi seorang pakar, sehingga pengguna dapat melakukan penanggulangan terhadap tanaman bawang merah yang terserang penyakit. Perbandingan objek, metode dan hasil penelitian sebelumnya ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Judul	Objek	Metode	Hasil
		Input Kriteria/Parameter		Output dan Hasil Uji
1.	Skin Infection Detection using Dempster-Shafer Theory.(Andino, 2012)	<p>Objek: Gejala penyakit kulit</p> <p>Input seleksi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ruam seperti benang kusut • Ruam teraba hangat • Gatal • Kulit Merah • Kulit bersisik • Pembengkakan kelenjar getah bening • Demam • Menggigil • Tidak enak badan • Dst.. 	<p>Metode <i>Dempster-Shafer</i></p> <p>Proses:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mencari dan menentukan data berupa gejala-gejala yang kemungkinan muncul pada penyakit kulit. • Penentuan nilai densitas pada tiap gejala-gejala yang diberikan pakar yang berkisar antara 0 - 1. • Menentukan <i>Frame of discernment</i> untuk mengaitkan ukuran kepercayaan elemen – elemen. • Menentukan probabilitas nilai densitas (m). • Melakukan perhitungan fungsi kombinasi m_1 dan m_2. 	<p>Sistem pakar ini menghasilkan diagnosa penyakit kulit, penyebab dan saran pengobatannya</p>
2.	Aplikasi Sistem Pakar untuk Diagnosa Penyakit Diabetes Melitus menggunakan	<p>Objek: Penyakit Diabetes Melitus</p> <p>Input seleksi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sering buang air kecil • Rasa haus yang berlebihan • Jumlah urine banyak dan encer • Perut terasa penuh/sesak 	<p>Metode <i>Dempster-Shafer</i></p> <p>Proses:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mencari dan menentukan data berupa gejala-gejala yang kemungkinan muncul pada penyakit diabetes melitus. 	<p>Sistem pakar ini menghasilkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnosis diabetes • Informasi mengenai kemungkinan diabetes

	<p>Metode <i>Dempster-Shafer</i> (Depi, 2013).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diare • Dehidrasi • Gampang lapar • Konstipasi • <i>Heartburn</i>/rasa panas di dada • Rasa mual • Perasaan perut kenyang • Dst.. 	<ul style="list-style-type: none"> • Penentuan nilai densitas pada tiap gejala-gejala yang diberikan pakar yang berkisar antara 0 - 1. • Menentukan <i>Frame of discernment</i> untuk mengaitkan ukuran kepercayaan elemen – elemen. • Menentukan probabilitas nilai densitas (m). • Melakukan perhitungan fungsi kombinasi m_1 dan m_2. 	<ul style="list-style-type: none"> • Solusi dan saran terapi bagi user
--	--	--	--	---

Sumber: (Andino, 2012)(Depi, 2013)

2.2 Metode Pengendali Hama dan Penyakit Tanaman Bawang Merah

Bawang Merah merupakan salah satu komoditas rempah-rempah yang paling dicari dan dibutuhkan oleh semua masyarakat di Indonesia. Penjelasan umum tanaman bawang merah yang dibahas meliputi klasifikasi tanaman bawang merah, morfologi, hama-penyakit tanaman bawang merah.

2.2.1 Klasifikasi Tanaman Bawang Merah

Sistematika Tanaman Bawang Merah terlihat seperti Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Sistematika Tanaman Bawang Merah

Divisi	<i>Spermatophyta</i>
Sub Divisi	<i>Angiospermae</i>
Kelas	<i>Monocotyledone</i>
Ordo	<i>Liliales</i>
Famili	<i>Liliaceae</i>
Genus	<i>Allium</i>
Species	<i>Allium ascalonicum L.</i>

Sumber:(Pitojo, 2003)

2.2.2 Morfologi

Secara morfologis bagian-bagian tanaman bawang merah adalah sebagai berikut(Pitojo, 2003).

- Akar memperoleh pertumbuhan yang ideal, tanaman bawang merah harus didukung oleh perakaran yang banyak. Akar tanaman bawang merah terdiri atas akar pokok (*primary root*) yang berfungsi sebagai tempat tumbuh akar adventif (*adventitious root*) dan bulu akar yang berfungsi untu menopang berdirinya tanaman serta menyerap air dan zat-zat hari dari dalam tanah. Akar dapat tumbuh hingga kedalaman 30 cm, berwarna putih, dan jika ditekan berbau menyengat.

- Batang

Batang tanaman bawang merah merupakan bagian kecil dari keseluruhan tanaman, berbentuk seperti cakram (*discus*), beruas-ruas, dan diantara ruas-ruas terdapat kuncup-kuncup. Bagian bawah cakram merupakan tumbuh akar. Bagian atas batang sejati merupakan umbi semu, berupa umbi lapis (*bulbus*) yang berasal dari modifikasi pangkal daun bawang merah. Pangkal dan seabgaian tangkai daun menebal, lunak, dan berdaging.

c. Daun

Daun bawang merah bertangkai relatif pendek, berbentuk bulat mirip pipa, berlubang, berukuran panjang lebih dari 45 cm, dan meruncing pada bagian ujung. Daun berwarna hijau tua atau hijau muda tergantung pada varietasnya. Setelah tua, daun menguning tidak lagi setegak daun yang masih muda, dan akhirnya mengering dimulai dari bagian bawah tanaman.

d. Bunga

Bunga bawang merah terdiri atas tangkai bunga dan tandan bunga. Tangkai bunga berbentuk ramping, bulat, dan berukuran panjang lebih dari 50 cm. Pangkal tangkai bunga di bagian bawah agak menggelembung dan tangkai bagian atas berukuran lebih kecil. Pada bagian ujung tangkai terdapat bagian berbentuk kepala dan berujung agak runcing, yaitu tandan bunga yang masih terbungkus seludang. Setelah seludang terbuka, secara bertahap tandan akan tampak dan muncul kuncup-kuncup bunga dengan tangkai kurang dari 2 cm.

e. Buah dan Biji

Bakal buah bawang merah tampak seperti kubah, terdiri atas tiga ruangan yang masing-masing memiliki dua bakal biji. Bunga yang berhasil mengadakan persarian akan tumbuh membentuk buah, sedangkan bunga-bunga yang lain akan mengering dan mati. Buah bawang merah berbentuk bulat didalamnya terdapat biji yang berbentuk agak pipih dan berukuran kecil.

2.2.3 Jenis Hama dan Penyakit Bawang Merah

Pengendalian terhadap hama-penyakit untuk mencegah penurunan tingkat produktivitas dan kerugian dari hasil panen tanaman bawang merah. Beberapa hama-penyakit yang menyerang tanaman bawang merah, diantaranya (Bagus, 2005) :

2.2.3.1 Hama

Beberapa jenis hama dalam tanaman bawang merah, yaitu (Bagus, 2005):

1. Hama Ulat Bawang (*Spodoptera Exigua*)

Penyebab : Ulat Bawang (*S. Exgua*)

Gejala :

- Ulat *Spodoptera exigua* berukuran panjang sampai +25 mm, berwarna hijau atau coklat dengan garis tengah berwarna kuning.
 - Daging daun habis dan menjadi transparan.
 - Ulat menyerang tanaman dengan memakan daun bagian dalam.
- Hama Ulat Bawang (*Spodoptera Exigua*) dengan gejala daun habis termakan ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Hama Ulat Bawang

Sumber : (Bagus, 2005)

2. Hama Lalat Bawang (*Liriomyza Chinesis*)

Penyebab : *Liriomyza Chinesis*

Gejala :

- Gejala serangan berat mulai pada umur 15 HST hingga menjelang tanam.
- Daun berwarna coklat seperti terbakar dan masuk ke dalam umbi bawang.
- Hampir seluruh helaian daun penuh kerokan yang ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Hama Lalat Bawang

Sumber : (Bagus, 2005)

2.2.3.2 Penyakit

1. Penyakit Moler atau Layu Fusarium (*Twisting Disease*), gejala:

- Daun bawang merah menguning dan terpelintir layu (moler).
- Tanaman mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu dan membusuk

- Apabila umbi lapis dipotong membujur akan terlihat adanya pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping.
- Tanaman kurus kekuningan dan busuk bagian pangkal.

Penyakit layu pada tanaman bawang merah ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Penyakit Moler atau layu fusarium

Sumber : (Bagus, 2005)

2. Penyakit Trotol atau Bercak Ungu (*Alternaria Porri*), gejala:

- Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah.
- Gejala serangan pada daun timbul bercak berukuran kecil, berwarna putih dengan pusat berwarna ungu. Penyakit trotol pada bawang merah ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 : Penyakit Trotol atau Bercak ungu

Sumber : (Bagus, 2005)

3. Penyakit Otomatis atau Antraknose (*Antracnose*)

Gejala :

- Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah
- Serangan awal ditandai dengan terlihatnya bercak berwarna putih pada daun.

- Tanaman akan mati dengan cepat dan mendadak.
Penyakit Antraknose pada bawang merah ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5: penyakit Antraknose

Sumber : (Bagus, 2005)

2.2.4 Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Bawang Merah

Pengendalian dilakukan melalui kegiatan pemantauan dan pengamatan, pengambilan keputusan, dan tindakan pengendalian dengan memperhatikan keamanan bagi manusia serta lingkungan hidup secara berkesinambungan (Bagus, 2005).

Pemantauan dan pengamatan dilakukan terhadap perkembangan dan faktor lingkungan yang mempengaruhinya. Pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan hasil analisis data pemantauan dan pengamatan. Keputusan dapat berupa diteruskannya pemantauan dan pengamatan, atau tindakan pengendalian. Pemantauan dan pengamatan dilanjutkan jika populasi dan atau tingkat serangan tidak menimbulkan kerugian secara ekonomis. Pengendalian dilakukan jika populasi dan atau tingkat serangan OPT dapat menimbulkan kerugian secara ekonomis.

2.3 Pemodelan

Pemodelan adalah proses untuk membuat sebuah model. Model adalah representasi dari sebuah bentuk nyata, sedangkan sistem adalah saling keterhubungan dan ketergantungan antar elemen yang membangun sebuah kesatuan, biasanya dibangun untuk mencapai tujuan tertentu. Sebuah pemodelan sistem merupakan gambaran bentuk nyata yang dimodelkan secara sederhana, menggambarkan konstruksi integrasi hubungan dan ketergantungan elemen, fitur-fitur dan bagaimana sistem tersebut bekerja. Dilakukannya sebuah modelling sistem bertujuan untuk menganalisa dan memberi prediksi yang mendekati kenyataan sebelum sebuah sistem nantinya diimplementasikan (Maselena, 2013).

Pemodelan adalah proses membangun dan membentuk sebuah model dari suatu sistem nyata dalam bahasa formal tertentu. Model yang baik cukup hanya mengandung bagian-bagian yang hanya diperlukan saja. Pemodelan bertujuan untuk mempermudah analisis dan pengembangannya. Melakukan pemodelan adalah suatu cara untuk mempelajari sistem dan model itu sendiri dan juga bermacam-macam perbedaan perilakunya.

2.3.1 Kegunaan model

Beberapa kegunaan dengan adanya model:

- Membantu berpikir dan menerangkan fakta.
- Untuk komunikasi/instruksi.
- Untuk prediksi/penaksiran.
- Untuk pengendalian.
- Pengganti teori, bila teori telah ada sebagai koreksi terhadap teori tersebut.

2.3.2 Keuntungan yang diberikan oleh model

Beberapa keuntungan dengan menggunakan model :

- Dengan model, dapat dilakukan analisis dan percobaan dalam situasi yang kompleks dengan mengubah nilai atau bentuk relasi antar variable yang tidak mungkin dilakukan pada sistem nyata.
- Model memberikan penghematan dalam mendeskripsikan suatu keadaan yang nyata.
- Penggunaan model dapat menghemat waktu, biaya, tenaga, dan sumber daya berharga lainnya dalam analisis permasalahan.
- Model dapat memfokuskan perhatian lebih banyak pada karakteristik yang penting dari masalah.

2.4 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah aplikasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah sebagaimana yang dipikirkan oleh pakar. Pakar yang dimaksud adalah orang yang mempunyai keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh orang awam (Kusrini, 2008).

Penggunaan sistem pakar dapat digunakan untuk menyelesaikan masalahnya atau sekedar mencari suatu informasi berkualitas yang sebenarnya hanya dapat diperoleh dengan bantuan para ahli di bidangnya. Seorang pakar yang dimaksud disini adalah orang yang mempunyai keahlian dalam bidang tertentu, yaitu pakar yang mempunyai knowledge atau kemampuan khusus yang tidak dimiliki oleh orang lain (Prihartini, 2011).

2.4.1 Konsep Dasar Sistem Pakar

Konsep dasar dari sistem pakar mempunyai beberapa dasar yang bisa dikatakan sebagai sistem pakar. Ada enam hal yang menjadi konsep dasar dari sebuah Sistem Pakar (Arhami, 2005), yaitu :

a. Keahlian (*Expertise*)

Keahlian dapat diperoleh dari pelatihan/training, membaca atau dari pengalaman. Keahlian itu meliputi :

- Fakta-fakta tentang area permasalahan.
- Teori-teori tentang area permasalahan.
- Aturan-aturan tentang apa yang harus dilakukan dalam situasi permasalahan yang diberikan.
- Strategi global untuk memecahkan masalah.

b. Pakar / Ahli (*Expert*)

Sulit untuk mendefinisikan apakah yang dimaksud dengan pakar itu. Masalahnya adalah berapa banyak keahlian yang harus dimiliki oleh seseorang agar dapat dikualifikasikan sebagai pakar. Namun berikut ini dijelaskan beberapakualifikasi yang harus dimiliki oleh seorang pakar :

- Dapat mengenal dan merumuskan masalah.
- Dapat memecahkan masalah dengan cepat dan semestinya.
- Dapat menjelaskan suatu solusi.
- Dapat menentukan hubungan.
- Belajar dari pengalaman.

c. Pemindahan Keahlian (*Transferring Expertise*)

Tujuan dari sistem pakar adalah memindahkan keahlian dari seorang pakar ke komputer dan kemudian ke manusia lain yang bukan pakar. Proses ini meliputi empat kegiatan, yaitu :

- Memperoleh pengetahuan pakar.
- Merepresentasikan pengetahuan ke dalam komputer.
- Mengolah pengetahuan sehingga dapat menghasilkan kesimpulan.
- Memindahkan pengetahuan ke pengguna.

Pengetahuan disimpan dalam komputer berupa komponen yang disebut *knowledge base*. Pengetahuan ini dibedakan menjadi dua, yaitu fakta dan *rule*.

d. Menarik Kesimpulan (*Inferencing*)

Keistimewaan dari sistem pakar adalah kemampuan nalarnya. Komputer diprogram sehingga dapat membuat kesimpulan. Pengambilan keputusan ini dilaksanakan dalam komponen yang disebut inference engine.

e. Aturan (*Rule*)

Kebanyakan sistem pakar adalah sistem berbasis rule, pengetahuan disimpan dalam bentuk rule-rule sebagai prosedur pemecahan masalah.

f. Kemampuan Menjelaskan (*Explanatin Capability*)

Keistimewaan lain dari sistem pakar adalah kemampuan menjelaskan darimana asal sebuah solusi/rekomendasi diperoleh.

2.4.2 Tujuan Sistem Pakar

Tujuan dari sistem pakar adalah pengalihan keahlian dari para ahli komputer untuk dialihkan kepada orang yang bukan ahli. Dibutuhkan beberapa aktivitas untuk melakukan proses ini. Proses ini meliputi empat aktivitas yaitu (Anggraeini, 2015):

1. Akuisi pengetahuan (*knowledge acquisition*) yaitu kegiatan mencari dan mengumpulkan pengetahuan dari para ahli atau sumber keahlian yang lain.
2. Representasi pengetahuan (*knowledge representation*) adalah kegiatan menyimpan dan mengatur penyimpanan pengetahuan yang diperoleh dalam komputer. Pengetahuan berupa fakta dan aturan disimpan dalam komputer sebagai sebuah komponen yang disebut basis pengetahuan.
3. Inferensi pengetahuan (*knowledge inferencing*) adalah kegiatan melakukan inferensi berdasarkan pengetahuan yang telah disimpan didalam komputer.
4. Pemandahan pengetahuan (*knowledge transfer*) adalah kegiatan pemindahan pengetahuan dari komputer ke pemakai yang tidak ahli.

2.4.3 Bentuk Sistem Pakar

Sistem pakar dikelompokkan ke dalam empat bentuk yaitu (Subagyo):

1. Mandiri merupakan sistem pakar yang murni berdiri sendiri, tidak digabung dengan perangkat lunak lain, bisa dijalankan pada komputer pribadi dan mainframe.
2. Terkait atau tergabung merupakan sistem pakar hanya bagian dari program yang lebih besar. Program tersebut biasanya menggunakan teknik algoritma konvensional tapi bisa mengakses sistem pakar yang ditempatkan sebagai subrutin, yang bisa dimanfaatkan setiap kali dibutuhkan.

3. Terhubung merupakan sistem pakar yang berhubungan dengan software lain. Misalnya spreadsheet, DBMS, program grafik. Pada saat proses inferensi, sistem pakar bisa mengakses data dalam spreadsheet atau DBMS atau program grafik bisa dipanggil untuk menayangkan output visual.
4. Sistem Mengabdikan merupakan bagian dari komputer khusus yang diabdikan kepada fungsi tunggal. Sistem tersebut bisa membantu analisa data radar dalam pesawat tempur atau membuat keputusan intelejen tentang bagaimana memodifikasi pembangunan kimiawi.

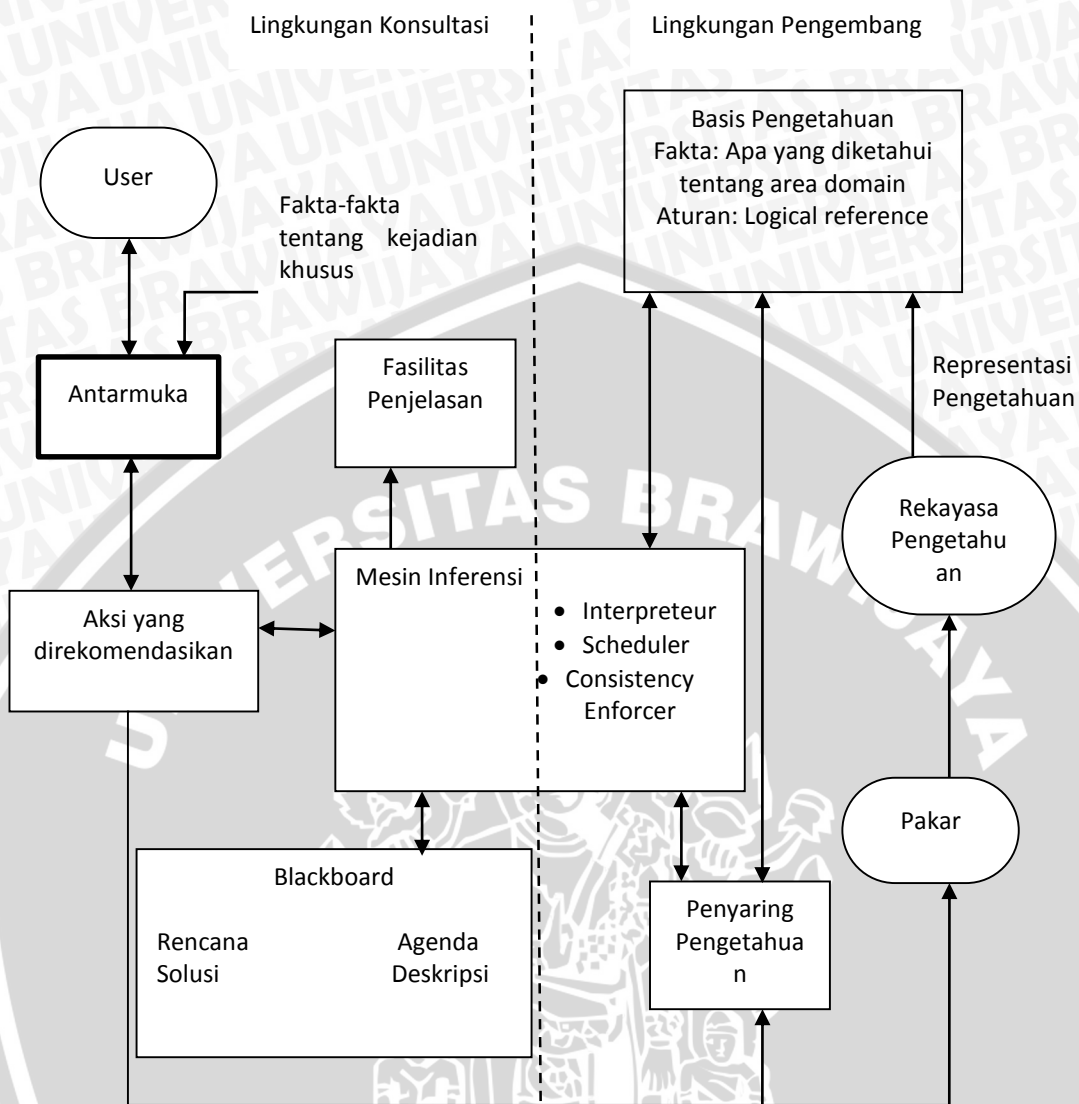
2.4.4 Ciri-ciri Sistem Pakar

Ciri-ciri yang dimiliki oleh sistem pakar yang membedakan dengan sistem lain, diantaranya (Anggraeini, 2015) :

1. Mudah untuk dimodifikasi.
2. Terbatas pada bidang yang spesifik.
3. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang tidak lengkap atau tidak pasti.
4. Dapat mengemukakan rangkaian alasan yang diberikannya dengan cara yang dapat dipahami.
5. Berdasarkan pada *rule* atau kaidah tertentu.
6. Dirancang untuk dapat dikembangkan secara bertahap.
7. Outputnya bersifat nasihat atau anjuran.
8. Output tergantung dari dialog dengan user.
9. *Knowledge base* dan *inference engine* terpisah.

2.4.5 Struktur Sistem Pakar

Sistem pakar terdiri dari dua bagian utama, lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*). Lingkungan pengembangan digunakan dalam membangun sistem pakar baik dari segi pembangun komponen maupun basis pengetahuan. Lingkungan konsultasi digunakan oleh seseorang yang bukan ahli untuk melakukan konsultasi. Komponen-komponen yang ada pada sistem pakar seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Struktur Sistem Pakar

Sumber : (Yuwono, 2014)

1. Subsistem penambahan pengetahuan (Akuisisi Pengetahuan).

Akuisisi pengetahuan adalah akumulasi, transfer dan transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari sumber pengetahuan ke dalam program komputer. Dalam tahap ini, perekayasa pengetahuan (knowledge engineer) berusaha menyerap pengetahuan untuk selanjutnya ditransfer ke dalam basis pengetahuan. Pengetahuan diperoleh dari pakar, dilengkapi dengan buku, basis data, laporan penelitian dan pengalaman pemakai.

2. Basis pengetahuan (*Knowledge Base*)

Berisi pengetahuan-pengetahuan yang dibutuhkan untuk memahami, memformulasikan dan menyelesaikan masalah. Basis pengetahuan merupakan bagian yang sangat penting dalam proses inferensi, yang di



dalamnya menyimpan informasi dan aturan-aturan penyelesaian suatu pokok bahasan masalah beserta atributnya. Pada prinsipnya, basis pengetahuan mempunyai dua (2) komponen yaitu fakta-fakta dan aturan-aturan.

3. Mesin Inferensi (*Inference Engine*).

Program yang berisi metodologi yang digunakan untuk melakukan penalaran terhadap informasi-informasi dalam basis pengetahuan dan blackboard, serta digunakan untuk memformulasikan konklusi.

4. *Workplace / Blackboard*

Merupakan area dari sekumpulan memori kerja (*working memory*). *Workplace* digunakan untuk merekam kejadian yang sedang berlangsung termasuk keputusan sementara.

5. Antarmuka (*User Interface*)

Digunakan untuk media komunikasi antara user dan program. Menurut McLeod (1995), pada bagian ini terjadi dialog antara program dan pemakai, yang memungkinkan sistem pakar menerima instruksi dan informasi (input) dari pemakai, juga memberikan informasi (output) kepada pemakai.

6. Subsistem penjelasan (*Explanation Facility*)

Explanation Facility memungkinkan pengguna untuk mendapatkan penjelasan dari hasil konsultasi. Fasilitas penjelasan diberikan untuk menjelaskan bagaimana proses penarikan kesimpulan. Biasanya dengan cara memperlihatkan rule yang digunakan.

7. Perbaikan Pengetahuan (*Knowledge Refinement*)

Sistem ini digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem pakar itu sendiri untuk melihat apakah pengetahuan-pengetahuan yang ada masih cocok untuk digunakan di masa mendatang.

2.4.6 Keuntungan Sistem Pakar

Beberapa keuntungan yang didapatkan dalam menerapkan sistem pakar, diantaranya (Anggraeini, 2015) :

1. Menjadikan pengetahuan dan nasihat lebih mudah didapat.
2. Dapat bekerja dengan informasi yang tidak lengkap atau tidak pasti.
3. *Expert System* menyediakan nasihat yang konsisten dan dapat mengurangi tingkat kesalahan.
4. *Expert System* tidak dapat lelah atau bosan, juga konsisten dalam memberi jawaban dan selalu memberikan perhatian penuh.
5. Memiliki kemampuan untuk memecahkan masalah yang kompleks.

6. Memungkinkan pemindahan pengetahuan ke lokasi yang jauh serta memperluas jangkauan seorang pakar, dapat diperoleh dan dipakai dimana saja.

2.4.7 Kelemahan Sistem Pakar

Disamping memiliki keuntungan yang begitu banyak, sistem pakar juga memiliki beberapa kelemahan, diantaranya (Subagyo) :

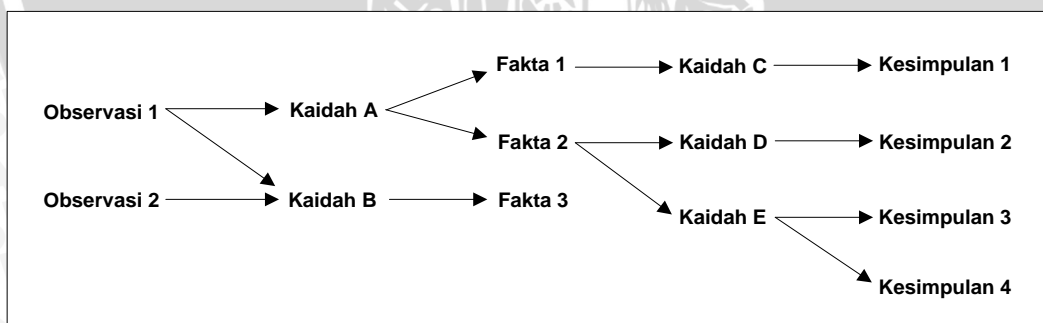
1. Pengetahuan yang diinginkan tidak selalu ada, karena pakar yang bersangkutan bisa saja belum tersedia. Selain itu setiap pakar memiliki metode yang berbeda-beda
2. Dalam pengembangan dan pemeliharaan membutuhkan biaya yang tidak sedikit untuk mendukung sistem pakar yang berkualitas dan akurat.

2.4.8 Metode Inferensi

Inferensi merupakan proses untuk menghasilkan informasi dari fakta yang diketahui atau diasumsikan. Proses inferensi dalam sistem pakar disebut mesin inferensi. Berikut adalah dua jenis metode inferensi (Anggraeini, 2015).

2.4.8.1 Forward Chaining

Teknik pencarian yang dimulai dengan fakta yang diketahui, kemudian dicocokkan fakta-fakta tersebut dengan bagian *IF* dari aturan *IF-THEN*. Bila ada aturan yang cocok dengan bagian *IF*, maka aturan tersebut dieksekusi. Bila aturan dieksekusi maka sebuah fakta baru (bagian *THEN*) ditambahkan ke dalam basis data. Pencocokan dimulai dari aturan teratas dan setiap aturan hanya boleh dieksekusi sekali (Anggraeini, 2015). Alur metode inferensi *Forward Chaining* terlihat seperti Gambar 2.7.

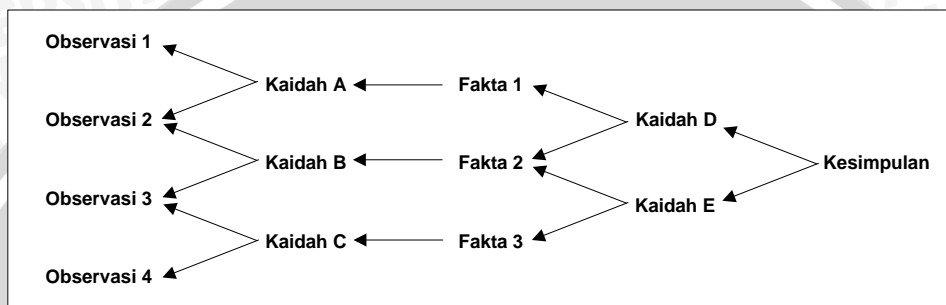


Gambar 2.7 Alur Metode Forward Chaining

Berdasarkan Gambar 2.7 dapat dijelaskan Observasi adalah kegiatan yang para pakar tanaman bawang merah lakukan untuk melihat gejala (kaidah) secara fisik pada tanaman tersebut. Sehingga dapat menghasilkan fakta bahwa tanaman bawang merah terserang hama-penyakit. Observasi akan terus dilakukan sampai pada tahap penarikan kesimpulan dari semua fakta yang telah didapat.

2.4.8.2 Backward Chaining

Metode inferensi yang bekerja mundur ke arah kondisi awal. Proses diawali dari goal (yang berada pada bagian *THEN* dari aturan *IF-THEN*), kemudian pencarian mulai dijalankan untuk mencocokkan apakah fakta-fakta yang ada cocok dengan premis-premis di bagian *IF*. Jika cocok, maka aturan dieksekusi, kemudian hipotesis di bagian *THEN* ditempatkan di basis data sebagai fakta baru. Jika tidak cocok simpan premis di bagian *IF* ke dalam subgoal. Proses berakhir jika goal ditemukan atau tidak ada aturan yang bisa membuktikan kebenaran subgoal atau goal [1]. Alur metode inferensi *Backward Chaining* terlihat seperti Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Alur Metode Backward Chaining

Berdasarkan Gambar 2.8 didapat penjelasan bahwa ketika para pakar tanaman bawang merah mengetahui tanaman tersebut terserang hama-penyakit maka para pakar akan melakukan penelitian terhadap gejala (kaidah) hama-penyakit yang ditimbulkan. Sehingga akan didapatkan fakta mengenai tanaman bawang merah terkena hama-penyakit. Para pakar tanaman bawang merah dapat melakukan observasi ke lapangan dan memberikan arahan untuk menjaga tanaman bawang merah yang tidak terserang hama-penyakit.

2.5 Teori Dempster-Shafer

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. 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 (Giarratano, 2005). Pada teori ini dapat membedakan ketidakpastian dan ketidaktahuan. Secara umum teori Dempster-Shafer ditulis dalam suatu interval: [Belief, Plausibility] (Elyza, 2013).

Belief (Bel) adalah ukuran kekuatan evidence dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Jika bernilai 0 maka mengindikasikan bahwa tidak ada evidence, dan jika bernilai 1 menunjukkan adanya kepastian. Plausibility (Pls) akan

mengurangi tingkat kepastian dari evidence. Plausibility bernilai 0 sampai 1. Jika yakin akan X' , maka dapat dikatakan bahwa $Bel(X') = 1$, sehingga nilai dari $Pls(X) = 0$, yang mana persamaan tersebut ditunjukkan pada persamaan 2.1.

$$Pls(X) = 1 - Bel(-s) \dots\dots\dots (2.1)$$

keterangan :

- Bel = (believe) nilai kepercayaan
- Pls(X)= plausibility yang bernilai 0 sampai 1

Pada teori *Dempster-Shafer* dikenal adanya *Frame of Discernment* yang dinotasikan dengan θ . Frame ini merupakan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis.

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

- GK = Garis Kuning PT = Busuk Tajuk;
- BK = Busuk kuncup DBM = Busuk pucuk.

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

Andaikan diketahui X adalah subset dari θ , dengan m_1 sebagai fungsi densitasnya, dan Y juga merupakan subset dari θ dengan m_2 sebagai fungsi densitasnya, maka dapat dibentuk fungsi kombinasi m_2 sebagai m_3 , yaitu $m_3(Z) = m_2$ yang mana persamaan tersebut ditunjukkan pada persamaan (2.2).

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X).m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X).m_2(Y)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

- $m_3(Z)$ = 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.



$\sum_{X \cap Y = Z} m1(X) \cdot m2(Y)$ = merupakan nilai kekuatan dari evidence Z yang diperoleh dari kombinasi nilai keyakinan sekumpulan evidence.

Nilai yang dihasilkan dari teori ini berupa persentase tiap elemen-elemen θ , dan juga semua subset-nya. Makin rendah persentase *frame of discernment* menggambarkan makin baik tingkat pemahaman user dalam materi tersebut. Penilaian diberikan kepada elemen-elemen berdasarkan hasil persentasi ini.

2.6 Pengujian (Testing)

Pada tahap ini, sistem akan di analisa dan di uji coba. Pengujian bertujuan untuk mengetahui apakah sistem telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan dua tahap yaitu :

2.6.1 Pengujian Blackbox

Pengujian yang pertama dilakukan dengan menggunakan metode *blackbox testing* untuk mengetahui fungsionalitas aplikasi apakah telah berjalan sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Pengujian ini lebih menekankan pada untuk menemukan kesesuaian antara hasil kinerja dari sistem pakar yang telah dibangun dengan daftar kebutuhan pengguna.

2.6.2 Pengujian Akurasi

Pengujian kedua merupakan pengujian akurasi sistem yang bertujuan untuk membandingkan keakuratan keluaran sistem dengan perhitungan secara manual.

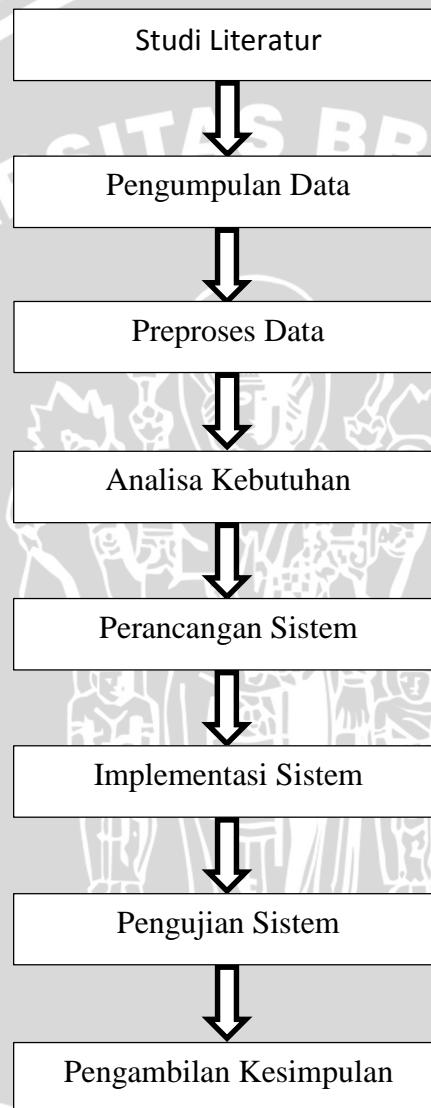
Perhitungan manual merupakan hasil dari nilai yang diberikan pakar hama-penyakit sebagai acuan dalam penelitian. Pengujian akurasi dilakukan untuk menguji kehandalan metode *Dempster-Shafer* dalam mendiagnosa hama-penyakit pada tanaman bawang merah berdasarkan gejala yang ditimbulkan tanaman Bawang merah. Dalam pengujian ini juga dilakukan perhitungan metode *Dempster-Shafer* yang dilakukan secara perhitungan manual untuk menguji nilai akurasi. Tahap berikutnya adalah tahap analisa atau evaluasi, tahap ini dilakukan setelah proses pengujian selesai. Yang dianalisa pada sistem ini adalah apakah akurasi dari hasil perhitungan manual dan yang berda di sistem sudah menampilkan hasil yang sama.

Akurasi merupakan ukuran kedekatan suatu hasil pengukuran dengan angka sebenarnya (*true value / reference value*). Pengujian akurasi dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam memberikan kesimpulan. Perhitungan akurasi dapat menggunakan rumus seperti pada persamaan yang ditunjukkan pada persamaan 2.3.

$$Akurasi = \frac{\sum \text{data uji benar}}{\sum \text{data uji}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

BAB 3 METODOLOGI

Pada bab ini dijelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam perancangan. Metodologi penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini melalui beberapa tahapan yaitu studi literatur, pengumpulan data, analisa dan perancangan, implementasi sistem, pengujian sistem, dan kesimpulan. Metodologi penelitian yang dilakukan melibatkan beberapa langkah proses pengerjaan seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Metodologi Penelitian

3.1 Studi Literatur

Dalam tahap ini penulis mencari informasi berupa literatur yang menunjang dalam perancangan sistem ini. Mempelajari *literature* dari beberapa bidang ilmu

yang berhubungan dengan pembuatan sistem pakar untuk diagnosa hama-penyakit pada tanaman bawang merah, diantaranya:

- Sistem Pakar
- Teori *Dempster-Shafer*
- Identifikasi berbagai jenis hama-penyakit pada tanaman bawang merah.

Pengumpulan informasi atau Literatur tersebut diperoleh dari buku, jurnal, ebook, penelitian sebelumnya dan dokumentasi project.

3.2 Pengumpulan Data

Lokasi penelitian skripsi ini adalah di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jl. Raya Karangploso KM.4 Malang 65152, Jawa Timur. Objek atau variabel penelitian pada skripsi ini adalah hama atau penyakit apa yang menyerang tanaman bawang merah dan bagaimana memberikan solusi berdasarkan hasil perhitungan nilai probabilitas gejala tiap hama/penyakit menggunakan metode Teori *Dempster-Shafer*.

Cara pengumpulan data untuk kegiatan penelitian terdapat dua jenis data yaitu data sekunder dan data primer. Data sekunder adalah data yang telah dikumpulkan oleh orang lain dan tidak dipersiapkan untuk kegiatan penelitian tetapi dapat digunakan untuk tujuan penelitian seperti melalui buku literatur. Data primer adalah data yang didapatkan langsung dari responden penelitian. Metode pengumpulan data primer yang bersifat kuantitatif dapat menggunakan instrumen kuisisioner dan wawancara.

Data yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian ini yaitu :

1. Data mengenai hama-penyakit yang ada pada tanaman bawang merah. Sumber data dari pakar hama-penyakit tanaman bawang merah diperoleh dengan metode wawancara dan digunakan sebagai data pengetahuan mengenai jenis hama-penyakit hama-penyakit bawang merah.
2. Data kasus tanaman bawang merah yang terkena hama-penyakit. Sumber data diperoleh dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Malang, metode yang dilakukan dengan observasi keperkebunan. Kegunaan data adalah sebagai data yang akan digunakan dalam proses perhitungan menggunakan metode *Dempster-Shafer*.

Pengujian kasus secara manual mendeteksi jenis hama-penyakit pada tanaman bawang merah. Sumber data pada kasus data tanaman bawang merah yang terkena hama-penyakit dari pakar yang berada pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Malang. Metode yang digunakan adalah dengan kuisisioner, kegunaan data adalah sebagai pengujian proses untuk menentukan jenis hama-penyakit apa yang menyerang tanaman bawang merah.

3.3 Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan merupakan tahapan yang dibutuhkan untuk membangun sistem pakar. Berikut ini kebutuhan yang digunakan dalam pembangunan sistem pakar diagnosa hama-penyakit pada tanaman bawang merah :

1. Kebutuhan perangkat keras yang meliputi:
 - *Laptop* dengan *memory* 2 Gb
2. Kebutuhan perangkat lunak yang meliputi:
 - *Microsoft Windows 7*: untuk sistem operasi
 - *Sublime text 2* : untuk pengembangan sistem
 - *MySQL PhpMyAdmin*: untuk manajemen *database*
3. Kebutuhan data yang meliputi:
 - Data hama-penyakit pada tanaman bawang merah.

3.4 Perancangan Sistem

Perancangan Sistem merupakan tahapan yang digunakan didalam desain sari sistem secara keseluruhan, baik dari segi model maupun dari arsitektur untuk mempermudah implementasi dan pengujian. Langkah kerja dalam sistem disesuaikan dengan arsitektur sistem pakar

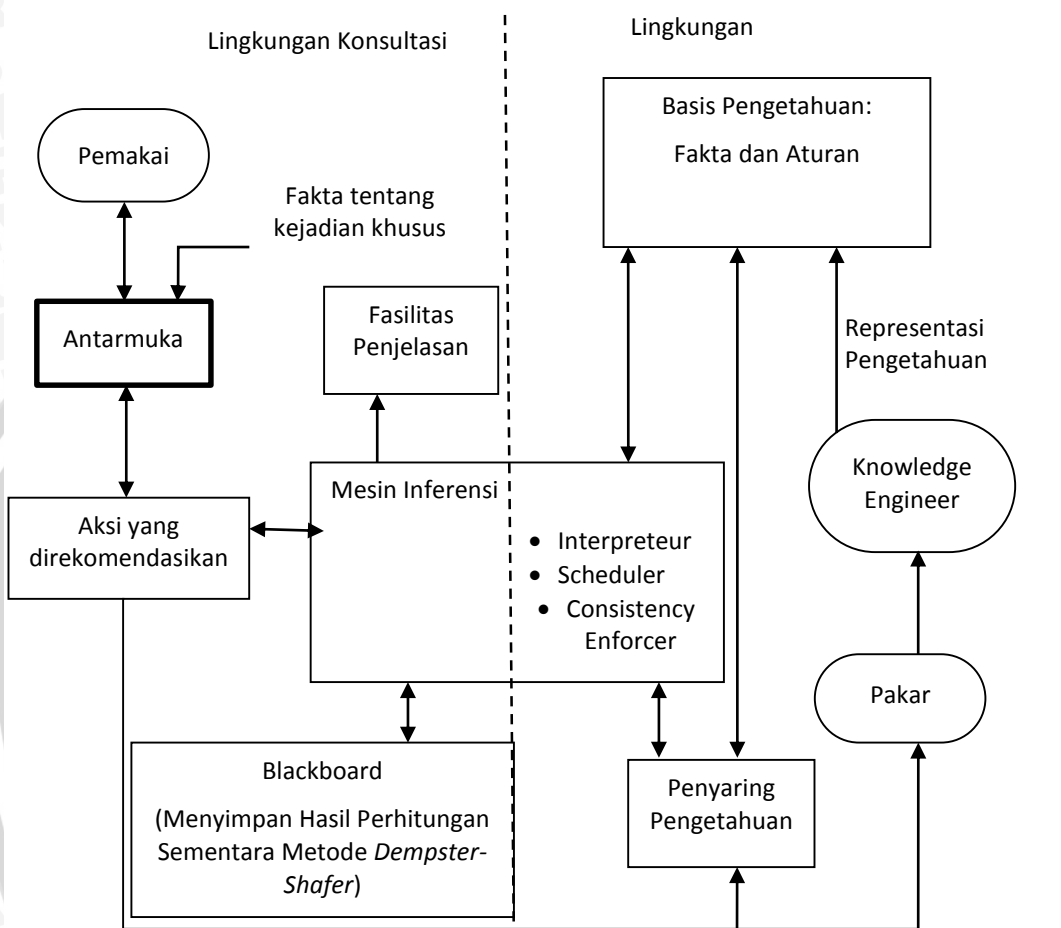
3.4.1 Model Perancangan sistem

Model perancangan sistem menjelaskan mengenai cara kerja sistem secara terstruktur mulai dari input yang dimasukkan hingga mendapatkan hasil.

- **Input**
Input pada sistem ini merupakan masukan dari pengguna berdasarkan data hama-penyakit yang menyerang tanaman bawang merah. Langkah selanjutnya dilakukan preproses data yang berfungsi untuk range yang ada pada setiap gejala hasil preproses akan menjadi kriteria masukan yang nantinya akan digunakan dalam proses perhitungan
- **Proses**
Proses perhitungan pada penelitian ini menggunakan ini menggunakan metode *Dempter-Shafer* untuk menentukan keputusan diagnosa penyakit dan hama pada tanaman bawang merah. Tahap-tahap perhitungan menggunakan metode *Dempter-Shafer* yang pertama adalah menetapkan densitas masing-masing gejala (believe). Kemudian setelah nilai densitas diketahui, dicari nilai densitas tertinggi. Densitas tertinggi digunakan untuk menghitung plausability. Proses berikutnya adalah menentukan *frame of discernment* dan menghitung nilai kombinasi semua gejala. Nilai kombinasi semua gejala yang diperoleh akan dicari nilai terbesar untuk digunakan sebagai hasil keputusan diagnosa hama-penyakit pada tanaman bawang merah.
- **Output**
Keluaran berupa hasil identifikasi hama-penyakit pada tanaman bawang merah.

3.4.2 Arsitektur Sistem Pakar

Pada perancangan arsitektur sistem pakar terbagi menjadi beberapa bagian yang saling berkaitan. Arsitektur sistem pakar diagnosa hama-penyakit tanaman bawang merah dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Arsitektur Sistem Pakar

Gambar 3.2 menjelaskan tentang arsitektur sistem pakar yang mewakili beberapa komponen sistem pakar yang akan dibangun. Pada sistem diagnosa hama-penyakit tanaman bawang merah menggunakan metode *Dempster-Shafer* ini, terdapat pengguna yaitu petani ataupun pengusaha yang membutuhkan solusi, saran, atau pelatihan (*training*) dari permasalahan hama-penyakit tanaman bawang merah. Antarmuka berfungsi sebagai perantara antara sistem pakar dan pengguna. Antarmuka pada sistem ini akan menampilkan halaman-halaman yang digunakan oleh pengguna untuk melakukan konsultasi, yaitu halaman antarmuka untuk diagnosa, halaman solusi penanganan, dan halaman aksi yang direkomendasikan.

Pada basis pengetahuan, data *training* disimpan yang nanti akan digunakan mesin inferensi untuk melakukan penalaran. Mesin inferensi akan memproses data *training* menggunakan metode *Dempster-Shafer*, sehingga dapat menghasilkan diagnosa sistem berupa hama-penyakit apa yang menyerang

tanaman bawang merah sesuai dengan gejala-gejala yang dimasukkan oleh pengguna. Selain hasil diagnosa berupa hama-penyakit tanaman bawang merah, terdapat juga solusi penanganan sesuai dengan gejala-gejala yang dimasukkan. *Blackboard* berfungsi sebagai penyimpanan hasil perhitungan sementara metode *Dempster-Shafer*. Sistem ini dapat melakukan perbaikan pengetahuan dan penambahan data gejala, data hama-penyakit tanaman bawang merah, dan data nilai densitas setiap gejala yang ada. Penambahan data-data atau akuisisi pengetahuan tersebut ditambahkan oleh pakar dan akan disimpan dalam basis pengetahuan.

3.5 Implementasi Sistem

Implementasi merupakan tahap pembangunan sistem, dalam tahapan ini maka semua hal yang telah didapatkan dalam proses studi literatur diterapkan. Pembangunan sistem dilakukan dengan mengacu pada tahap perancangan sistem. Pengembangan sistem dilakukan dengan bahasa pemrograman Php, manajemen *database* menggunakan MySQL PhpMyAdmin, serta *tools* pendukung lainnya. Tahapan-tahapan yang ada dalam implementasi antara lain:

1. Pembuatan antarmuka
2. Perhitungan metode *Dempster-Shafer* yang ada pada sistem pakar.
3. Output sistem serta hasil adalah informasi hasil diagnosa pada tanaman bawang merah

3.6 Pengujian

Pada tahap ini, akan dilakukan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui apakah sistem telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan dua tahap yaitu :

1. Pengujian yang pertama dilakukan dengan menggunakan metode *blackbox testing* untuk mengetahui fungsionalitas aplikasi apakah telah berjalan sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Pengujian ini lebih menekankan pada untuk menemukan kesesuaian antara hasil kinerja dari sistem pakar yang telah dibangun dengan daftar kebutuhan pengguna.
2. Pengujian kedua merupakan pengujian akurasi sistem yang bertujuan untuk membandingkan keakuratan keluaran sistem dengan perhitungan secara manual.

Perhitungan manual merupakan hasil dari nilai yang diberikan pakar hama-penyakit sebagai acuan dalam penelitian. Pengujian akurasi dilakukan untuk menguji kehandalan metode *Dempster-Shafer* dalam mendiagnosa hama-penyakit pada tanaman bawang merah berdasarkan gejala yang ditimbulkan tanaman Bawang merah. Dalam pengujian ini juga dilakukan perhitungan metode *Dempster-Shafer* yang dilakukan secara perhitungan manual untuk menguji nilai akurasi. Tahap berikutnya adalah tahap analisa atau evaluasi, tahap ini dilakukan setelah proses pengujian selesai. Yang dianalisa pada sistem ini adalah apakah akurasi dari hasil perhitungan manual dan yang berada di sistem sudah menampilkan hasil yang sama.

3.7 Kesimpulan

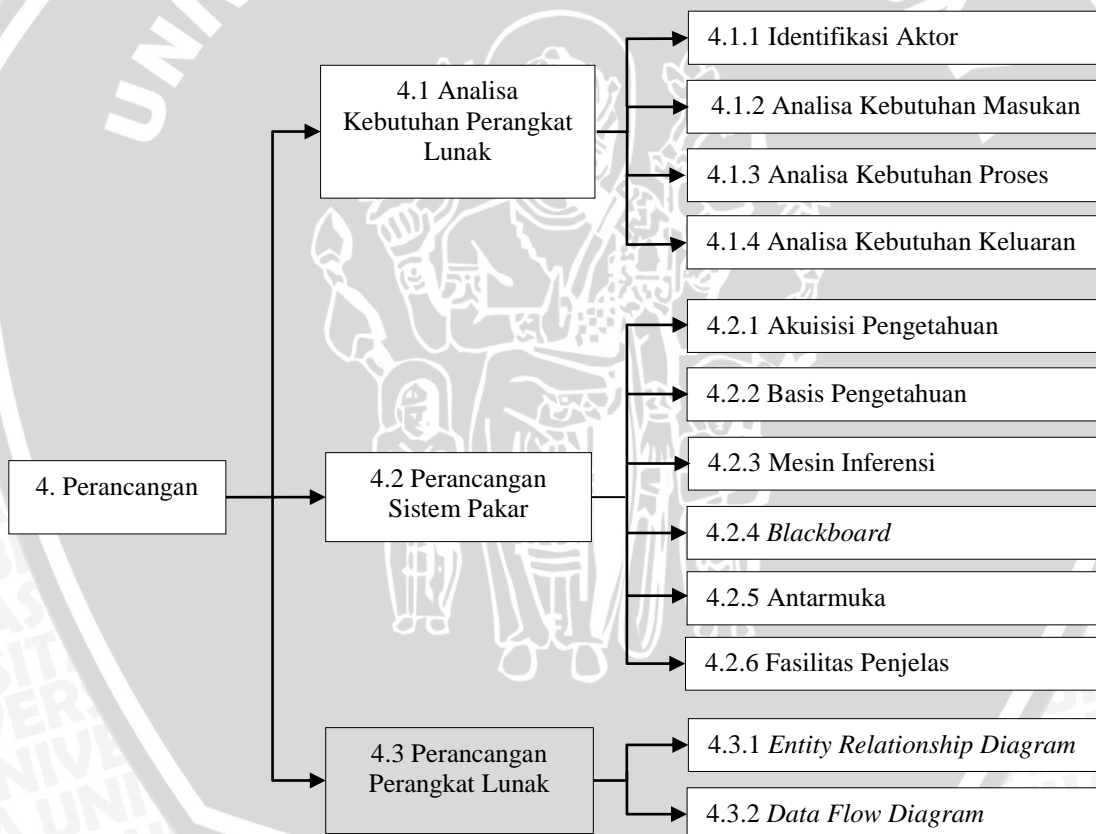
Pengambilan kesimpulan merupakan tahap akhir dalam penelitian ini. Pengambilan kesimpulan dilakukan ketika tahapan perancangan, implementasi dan pengujian sistem selesai dilakukan. Kesimpulan diambil dari hasil pengujian terhadap sistem pakar diagnosa hama-penyakit tanaman bawang merah menggunakan metode *Dempster-Shafer* diterapkan. Tahap terakhir dari penulisan adalah pemberian saran yang dimaksudkan untuk memberikan pertimbangan dalam penggunaan metode dan memperbaiki kesalahan sehingga dapat memperbaiki kekurangan yang ada atas pengembangan penelitian selanjutnya.



BAB IV

PERANCANGAN

Pada bab ini membahas mengenai perancangan aplikasi sistem pakar diagnosa hama-penyakit tanaman bawang merah menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Perancangan ini dilakukan meliputi tiga tahap, yaitu proses analisa kebutuhan perangkat lunak, perancangan perangkat lunak, dan perancangan sistem pakar. Analisa kebutuhan perangkat lunak terdiri dari identifikasi aktor, analisa kebutuhan masukan, analisa kebutuhan proses, dan analisa kebutuhan keluaran. Perancangan sistem pakar terdiri dari akuisisi pengetahuan, basis pengetahuan, mesin inferensi, *blackboard*, fasilitas penjelas, perancangan algoritma, dan antarmuka. Perancangan perangkat lunak terdiri dari *Entity Relationship Diagram* dan *Data Flow Diagram*. Pohon perancangan sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pohon Perancangan

4.1 Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak

Analisa kebutuhan perangkat lunak dimulai dengan identifikasi aktor dalam sistem pakar, analisa kebutuhan masukan, proses, dan keluaran. Analisa kebutuhan ini bertujuan untuk menganalisa kebutuhan-kebutuhan yang harus disediakan oleh sistem pakar yang akan dibangun agar dapat memenuhi

kebutuhan pengguna. Berikut ini adalah kebutuhan yang digunakan dalam pembuatan sistem pakar :

1. Kebutuhan *Hardware*, meliputi :
 - Komputer
2. Kebutuhan *Software*, meliputi :
 - Sistem Operasi Windows 10
 - XAMPP sebagai server *localhost*, MySQL termasuk di dalamnya sebagai *Database Management System (DBMS)*
 - Aplikasi PHP Designer
3. Data yang dibutuhkan meliputi :
 - Data densitas tiap gejala penyakit tanaman bawang merah
 - Data solusi pengobatan untuk setiap penyakit tanaman bawang merah

4.1.1 Identifikasi Aktor

Tahapan identifikasi aktor bertujuan untuk menganalisa siapa saja aktor yang akan berinteraksi dengan sistem pakar yang dibangun. Pada Tabel 4.1 disebutkan aktor yang berperan dalam sistem yang dilengkapi dengan deskripsi masing-masing aktor.

Tabel 4.1 Identifikasi Aktor

No.	Aktor	Deskripsi Aktor
1.	Pengguna Umum (PU)	Pengguna umum adalah pengguna yang belum terdaftar dalam sistem, sehingga tidak dapat melakukan konsultasi dengan sistem. Pengguna ini hanya dapat melihat informasi mengenai penyakit tanaman bawang merah.
2.	Pengguna Terdaftar (PT)	Pengguna terdaftar adalah pengguna yang sudah terdaftar pada sistem sehingga dapat berkonsultasi dengan sistem. Hasil dari konsultasi dengan sistem ini adalah diagnosa penyakit yang menyerang tanaman bawang merah dan solusi pengobatan yang relevan dengan penyakit tanaman bawang merah yang berhasil didiagnosa.
3.	Pakar (PA)	Pakar dalam sistem pakar yang dibangun ini merupakan seorang pakar dalam bidang pertanian dari kantor BPTP Malang. Dalam sistem ini pakar dapat mengelola data berupa data penyakit, gejala, densitas, dan solusi pengobatan. Selain <i>update</i> data, pakar juga dapat melihat data-data riwayat konsultasi pasien dan melakukan uji coba konsultasi untuk mengecek kebenaran jalannya sistem.
4.	<i>Knowledge Engineer</i> (KE)	<i>Knowledge Engineer</i> berperan untuk memasukkan keahlian seorang pakar ke dalam

	<p>sistem pakar. <i>Knowledge Engineer</i> dapat melakukan semua aktivitas dalam sistem pakar yang dibuat, seperti mengelola data berupa data penyakit, gejala, densitas, solusi pengobatan, melihat riwayat konsultasi pasien, melakukan uji coba konsultasi, dan mengelola data pengguna sistem pakar.</p>
--	--

4.1.2 Analisa Kebutuhan Masukan

Pada analisa kebutuhan masukan akan menjelaskan beberapa kebutuhan masukan sistem yang harus dipenuhi saat pengguna berinteraksi dengan sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah. Daftar kebutuhan ini terdiri dari beberapa kolom, antara lain kolom yang menerangkan kebutuhan sistem maupun antarmuka yang harus disediakan oleh sistem, pengguna, dan nama proses yang akan menunjukkan fungsionalitas masing-masing kebutuhan tersebut. Daftar kebutuhan fungsional keseluruhan sistem ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Daftar Kebutuhan Fungsional

ID	Kebutuhan	Pengguna	Nama Aliran Data
KF-01	Sistem mampu menerima inputan <i>login</i>	PT, PA, KE	<i>Login</i>
KF-02	Sistem mampu menerima perintah <i>logout</i>	PT, PA, KE	<i>Logout</i>
KF-03	Sistem mampu melakukan registrasi pengguna baru	PT	Registrasi
KF-04	Sistem mampu menerima <i>input</i> data gejala untuk proses diagnosa	PT	Input data fakta gejala
KF-05	Sistem mampu menampilkan hasil diagnosa hama-penyakit pada tanaman bawang merah beserta solusi penanganannya berdasarkan gejala yang dimasukkan beserta	PT	Diagnosa penyakit pada tanaman bawang merah
KF-06	Sistem dapat menampilkan riwayat diagnosa kepada pengguna	PT	Riwayat diagnosa pengguna
KF-07	Sistem mampu melakukan penambahan data gejala	PA, KE	Tambah gejala

KF-08	Sistem mampu melakukan penghapusan data gejala	PA, KE	Hapus gejala
KF-09	Sistem mampu melakukan perubahan data gejala	PA, KE	Edit gejala
KF-10	Sistem mampu melakukan penambahan data penyakit	PA, KE	Tambah penyakit
KF-11	Sistem mampu melakukan penghapusan data penyakit	PA, KE	Hapus penyakit
KF-12	Sistem mampu melakukan perubahandata penyakit	PA, KE	Edit penyakit
KF-13	Sistem mampu melakukan penambahan data densitas	PA, KE	Tambah densitas
KF-14	Sistem mampu melakukan penghapusan data densitas	PA, KE	Hapus densitas
KF-15	Sistem mampu melakukan perubahan data densitas	PA, KE	Edit densitas
KF-16	Sistem mampu melakukan penambahan solusi pengobatan	PA, KE	Tambah solusi pengobatan
KF-17	Sistem mampu melakukan penghapusan solusi pengobatan	PA, KE	Hapus solusi pengobatan
KF-18	Sistem mampu melakukan perubahan solusi pengobatan	PA, KE	Edit solusi pengobatan
KF-19	Sistem mampu melakukan penambahan data pengguna	KE	Tambah data pengguna
KF-20	Sistem mampu melakukan penghapusan data pengguna	KE	Hapus data pengguna
KF-21	Sistem mampu melakukan perubahan data pengguna	KE	Edit data pengguna
KF-22	Sistem mampu menampilkan data-data riwayat hasil diagnosa pengguna yang telah melakukan diagnosis	PA, KE	Menampilkan data riwayat hasil diagnosa pengguna
KF-23	Sistem mampu menampilkan informasi tentang penyakit pada tanaman bawang merah, seperti gejala-gejala,	PU, PT, PA, KE	Menampilkan informasi mengenai penyakit pada

	solusi pengobatan, dan lain-lain.		tanaman bawang merah
KF-24	Sistem mampu menampilkan halaman bantuan yang dapat membantu pengguna dalam berinteraksi dengan sistem pakar	PU, PT, PA, KE	Menampilkan halaman bantuan
KF_25	Sistem mampu menampilkan halaman tentang kami yang berisi profil sistem pakar yang dibuat	PU, PT, PA, KE	Menampilkan halaman tentang kami

Selain terdapat daftar kebutuhan fungsional yang telah dijelaskan sebelumnya, juga terdapat daftar kebutuhan non fungsional. Daftar kebutuhan nonfungsional bertujuan untuk mengetahui spesifikasi kebutuhan untuk sistem. Daftar kebutuhan non fungsional aplikasi sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Daftar Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan Non Fungsional	Penjelasan
<i>Avaliability</i>	Aplikasi sistem pakar ini dapat beroperasi selama waktu yang telah ditentukan. Aplikasi ini berbasis web sehingga dapat diakses semua pengguna (PU, PT, PH, dan KE) selama 24 jam.
<i>Response Time</i>	Sistem pakar ini diharapkan cepat dalam melakukan proses penyimpanan data, pengubahan data, pencarian data, penghapusan data, dan perhitungan data. Tujuan dari <i>response time</i> ini adalah mempersingkat waktu akses para pengguna agar tidak mempengaruhi konsentrasi.
<i>Security</i>	Aplikasi yang dibangun ini harus aman dari pencurian data. <i>Security</i> pada sistem pakar ini menggunakan fungsi login untuk PT, PA, dan KE. Pengguna-pengguna tersebut diberikan hak akses untuk keamanan data berupa <i>username</i> dan <i>password</i> .

4.1.3 Analisa Kebutuhan Proses

Proses utama dalam membangun sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman bawang merah adalah proses penalaran (*reasoning*). Sistem ini akan melakukan *reasoning* berdasarkan gejala-gejala yang muncul pada tanaman bawang merah. Sistem telah menyediakan aturan basis pengetahuan untuk penelusuran jenis penyakit tanaman bawang merah menggunakan perhitungan

Dempster-Shafer. Langkah pertama yang dilakukan oleh sistem adalah menentukan *frame of discernment* untuk mengaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen. Setelah itu sistem menentukan probabilitas nilai densitas (m) sehingga dapat dilakukan perhitungan kombinasi m_1 dan m_2 . Kemudian langkah terakhir yang dilakukan sistem adalah mencari nilai densitas terbesar dari perhitungan yang telah dilakukan sistem sebagai hasil dari keputusan sistem.

4.1.4 Analisa Kebutuhan Keluaran

Keluaran dari sistem pakar yang dibangun ini adalah hasil diagnosa penyakit pada tanaman bawang merah dan solusi penanganannya. Hasil diagnosa tersebut diperoleh berdasarkan fakta gejala (*evidence*) yang dimasukkan pengguna yang kemudian diolah menggunakan perhitungan metode *Dempster-Shafer*.

4.2 Perancangan Sistem Pakar

Pada tahap ini akan dijelaskan bagaimana perancangan sistem pakar yang akan dibangun. Perancangan sistem pakar terdiri dari beberapa proses, diantaranya yaitu akuisisi pengetahuan, basis pengetahuan, mesin inferensi, blackboard, fasilitas penjelas, dan antarmuka. Sistem pakar yang akan dibangun digunakan untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman bawang merah dan memberikan solusi penanganan yang tepat sesuai hasil diagnosa sistem. Pengambilan kesimpulan dalam sistem pakar ini menggunakan metode *Dempster-Shafer*, sedangkan penelusuran jawaban mencari nilai densitas terbesar dari hasil perhitungan metode *Dempster-Shafer* menggunakan metode *Forward Chaining*. Metode *Forward Chaining* merupakan metode pengambilan keputusan yang melakukan panalaran dari suatu masalah hingga ditemukan solusi.

Dalam dunia pertanian, untuk mendiagnosis suatu penyakit dapat dilakukan dengan melihat gejala-gejala yang timbul kemudian menyimpulkan berdasarkan pengetahuan yang telah ada. Proses ini akan diimplementasikan ke dalam sistem pakar yang akan dibangun. Konsep sistem pakar yang akan dibangun menerapkan metode *Dempster-Shafer* untuk proses penarikan kesimpulan atau keputusan berdasarkan data densitas gejala-gejala yang sudah tersimpan dalam database sistem pakar. Penentuan nilai densitas setiap gejala adalah semakin spesifik gejala yang ada pada suatu penyakit, maka semakin tinggi nilai densitasnya.

Perancangan sistem pakar dalam penelitian ini digambarkan dalam aritektur sistem pakar yang telah ditunjukkan pada gambar 3.2. Masukan yang dibutuhkan sistem adalah fakta gejala (*evidence*), kemudian gejala tersebut diproses menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Hasil dari perhitungan metode tersebut adalah nilai densitas tertinggi sebagai hasil diagnosis sistem pakar. Selain hasil diagnosis, sistem pakar yang akan dibangun juga menghasilkan solusi pengobatan yang relevan dengan hasil diagnosis sistem.

4.2.1 Akuisisi Pengetahuan

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

1. Wawancara




Wawancara merupakan salah satu metode akuisisi pengetahuan yang banyak digunakan oleh *Knowledge Engineer*. Metode ini melibatkan narasumber atau pakar secara langsung dalam suatu wawancara. Tujuan dari wawancara ini adalah memperoleh pengetahuan pakar untuk domain masalah tertentu. Pada wawancara *Knowledge Engineer* mengumpulkan informasi mengenai penyakit pada tanaman bawang merah, seperti jenis penyakit pada tanaman bawang merah langkah-langkah pakar dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman bawang merah, dan solusi penanganannya.

Informasi tentang jenis-jenis penyakit pada tanaman bawang merah diperoleh dari buku-buku referensi penyakit pada tanaman bawang merah. Data-data kasus penyakit pada tanaman bawang merah diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat Karangploso. Sedangkan pengetahuan tentang gejala-gejala yang muncul pada penyakit tanaman bawang merah diperoleh dari wawancara dengan Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud. M.S.

2. Analisa Protokol (Aturan)

Pada analisa protokol, pakar diminta untuk melakukan suatu pekerjaan dan mengungkapkan proses pemikirannya dengan menggunakan kata-kata. Hasil dari proses ini dijadikan sebagai acuan pembuatan basis pengetahuan untuk melakukan diagnosis penyakit pada tanaman bawang merah. Pada proses ini, pakar penyakit tanaman bawang merah yaitu Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud. M.S, memberikan nilai densitas (kepercayaan) pada gejala-gejala penyakit tanaman bawang merah berdasarkan pengetahuan pakar yang dimiliki. Nilai densitas yang diperoleh dari pakar digunakan untuk perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer* dan pengambilan kesimpulan diagnosa pada sistem pakar yang akan dibuat. Pada tabel 4.4 merupakan hasil akuisisi pengetahuan yang diperoleh dari wawancara dan analisa protokol.

Tabel 4.4 Akuisisi Pengetahuan

No	Gambar Hama-Penyakit	Gejala
1.	<p>Hama Ulat Bawang (<i>Spodoptera Exigua</i>)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ulat <i>Spodoptera exigua</i> berukuran panjang smpa +25 mm, berwarna hijau atau coklat dengan garis tengah berwarna kuning. 2. Ulat menyerang tanaman dengan memakan daun bagian dalam.
2	<p>Hama Lalat bawang (<i>Liriomyza Chinesis</i>)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gejala serangan berat mulai pada umur 15 HST hingga menjelang tanam, daun penuh kerokan. 2. Daun berwarna coklat seperti terbakar dan masuk ke dalam umbi bawang
3	<p>Penyakit Moler atau Layu Fusarium (<i>Twisting Disease</i>)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tanaman kurus kekuningan dan busuk bagian pangkal 2. Sasaran serangan adalah bagian dasar umbi lapis 3. Daun bawang merah menguning dan terpelintir layu(moler). 4. tanaman mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu dan membusuk 5. apabila umbi lapis dipotong membujur akan terlihat adanya pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dank ke samping

<p>4</p>	<p>Penyakit Trotol atau Bercak Ungu (<i>Alternaria Porri</i>)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gejala serangan pada daun timbul bercak berukuran kecil, berwarna putih dengan pusat berwarna ungu. 2. Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah 3. Apabila tanaman terkena hujan atau embun segera disiram air bersih untuk mengurangi penularan spora penyakit yang menempel pada daun.
<p>5</p>	<p>Penyakit Otomatis atau Antraknose (<i>Antracnose</i>)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Serangan bercak putih pada daun 2. Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah 3. tanaman akan mati dengan cepat dan mendadak

4.2.2 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan berisi tentang pengetahuan yang diperlukan untuk memecahkan suatu permasalahan. Basis pengetahuan mempunyai dua elemen dasar yaitu fakta dan aturan khusus yang mengarahkan untuk memecahkan permasalahan dalam domain tertentu. Basis pengetahuan merupakan inti dari pembuatan aplikasi sistem pakar dimana basis pengetahuan ini merupakan representasi pengetahuan dari pakar. Pada Tabel 4.5 dapat dilihat aturan penyakit tanaman bawang merah.

Tabel 4.5 Data Aturan

Aturan	Hama-Penyakit	Gejala
R1	Hama Ulat Bawang (<i>Spodoptera Exigua</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ulat Spodoptera exigua berukuran panjang sampa +25 mm, berwarna hijau atau coklat dengan garis tengah berwarna kuning. 2. Ulat menyerang tanaman dengan memakan daun bagian dalam.
R2	Hama Lalat bawang (<i>Liriomyza Chinesis</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gejala serangan berat mulai pada umur 15 HST hingga menjelang tanam, daun penuh kerokan. 2. Daun berwarna coklat seperti terbakar dan masuk ke dalam umbi bawang
R3	Penyakit Moler atau Layu Fusarium (<i>Twisting Disease</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tanaman kurus kekuningan dan busuk bagian pangkal 2. Sasaran serangan adalah bagian dasar umbi lapis 3. Daun bawang merah menguning dan terpelintir layu(moler). 4. tanaman mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu dan membusuk 5. apabila umbi lapis dipotong membujur akan terlihat adanya pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dank ke samping
R4	Penyakit Trotol atau Bercak Ungu (<i>Alternaria Porri</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gejala serangan pada daun timbul bercak berukuran kecil, berwarna putih dengan pusat berwarna ungu. 2. Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah 3. Apabila tanaman terkena hujan atau embun segera disiram air bersih untuk mengurangi penularan spora penyakit yang menempel pada daun.

R5	Penyakit Otomatis atau Antraknose (<i>Antracnose</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Serangan bercak putih pada daun 2. Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah 3. tanaman akan mati dengan cepat dan mendadak
----	---	--

Representasi pengetahuan yang digunakan adalah kaidah produksi. Kaidah produksi dituliskan dalam bentuk pernyataan **IF** [premis] **THEN**[konklusi]. Pada perancangan basis pengeahuan sistem pakar ini premis adalah gejala dan konklusi adalah jenis hama-penyakit tanaman bawang merah. Maka pernyataannya adalah **IF**[gejala] **THEN**[jenis hama-penyakit tanaman bawang merah]. Terdapat hama penyakit yang memiliki lebih dari dari datu gejala pada sistem pakar ini. Gejala-gejala tersebut nantinya akan dihubungkan menggunakan operator logika **AND**. Bentuk pernyataannya adalah sebagai berikut

IF [gejala 1]
AND [gejala 2]
AND [gejala3]
THEN [penyakit]

Maka dari bentuk kaidah produksi diatas dapat diterapkan contoh aturan sebagai berikut:

IF Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan
AND Bercak tidak beraturan
THEN Antraknosa

Pada Tabel 4.4 adalah akuisisi pengetahuan pakar yang menjadi acuan untuk basis pengetahuan pada penelitian ini dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.6 nilai densitas gejala tiap hama yang menyerang dan penyakit pada tanaman bawang merah.



Tabel 4.6 Nilai Densitas Gejala Penyakit

No.	Gejala	Nilai Densitas Gejala tiap penyakit				
		P1	P2	P3	P4	P5
1	Daun bawang merah menguning dan terpelintir	0,9	0	0	0	0
2.	Timbul bercak kecil berwarna putih dan pusat berwarna ungu	0,75	0,9	0	0	0
3.	Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah	0	0,9	0,5	0	0
4.	Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah	0	0	0,9	0	0
5.	Daging daun habis dan menjadi transparan	0	0	0	0,75	0
6.	Ulat memakan daun bagian dalam	0	0	0	0,5	0
7.	Adanya lubang - lubang pada daun mulai dari tepi daun permukaan atas atau bawah	0	0	0	0	0,75
8.	Daun mengering akibat korokan larva	0	0	0	0	0,75
9.	Hampir seluruh helaian daun penuh kerokan	0	0	0	0	0,75
10.	Umbi dihasilkan berukuran sangat kecil	0	0	0	0,5	0
11.	Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan	0,75	0	0,25	0	0
12.	Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping	0,75	0	0	0	0
13.	Menyerang tanaman 15 HST menjelang panen	0	0	0	0,9	0
14.	Bintik – bintik putih berupa liang korokan larva yang berkelok – kelok	0	0	0	0	0,5
15	Tanaman yang terinfeksi akan mati dengan cepat, mendadak, dan serentak	0	0	0,5	0	0
16	Mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu dan membusuk	0,75	0	0	0	0
17	Tanaman kurus kekuningan dan busuk bagian pangkal	0,5	0	0	0	0



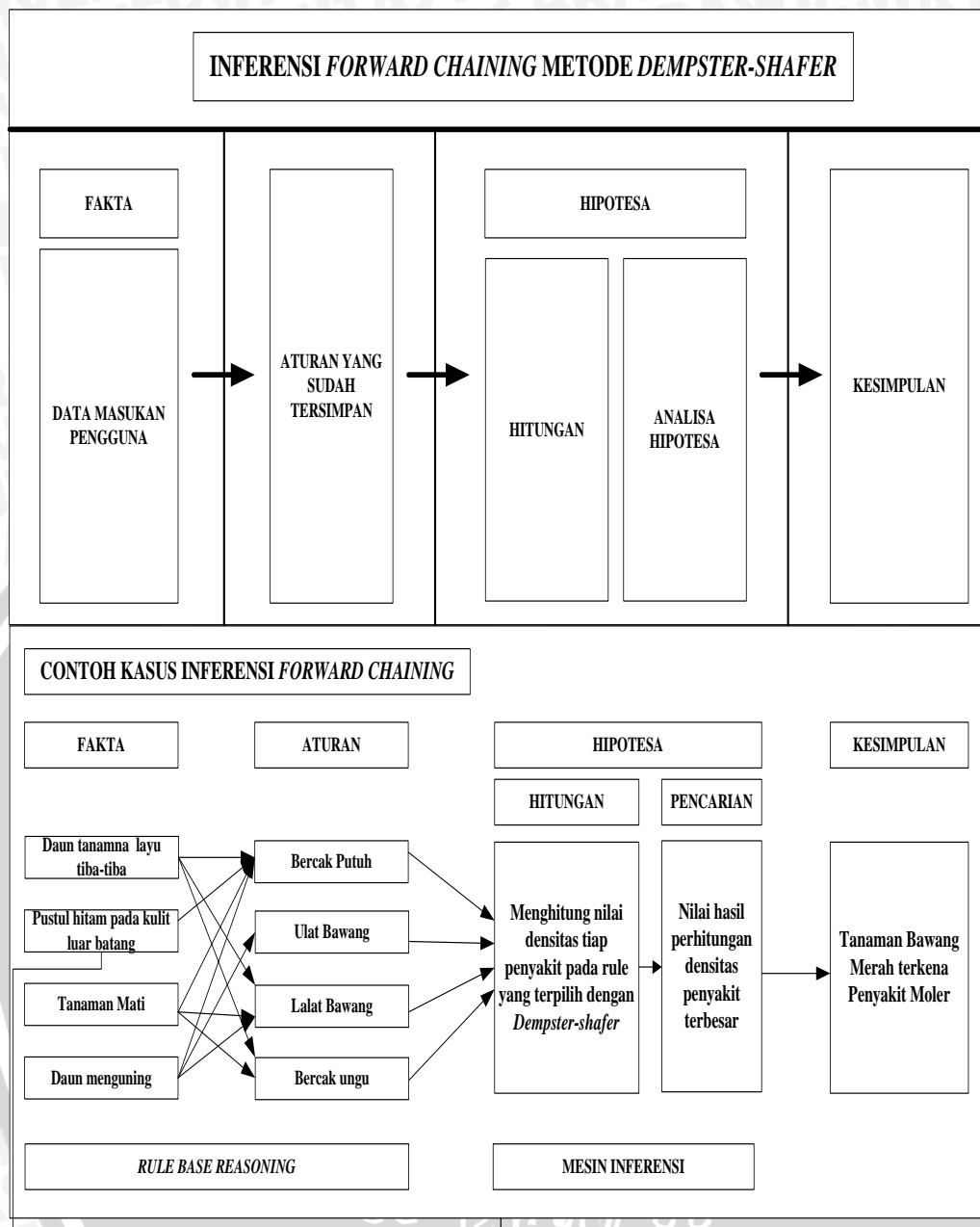
18	Bercak tidak beraturan	0	0,75	0,25	0	0
19	Bercak/pustul hitam	0	0,25	0	0	0
20	Daun tanaman layu tiba – tiba	0	0,9	0	0	0
21	Bercak bulat bercincin / melingkar	0	0,5	0	0	0
22	Daun berwarna coklat seperti terbakar dan masuk ke dalam umbi bawang.	0	0	0	0,75	0
23	bercak berwarna putih pada daun	0	0	0,75	0	0

Keterangan:

- P1 : Penyakit Layu/Moler
 P2 : Penyakit Trotol/Bercak ungu
 P3 : Penyakit Antraknose
 P4 : Hama Ulat Bawang
 P5 : Hama Lalat Bawang

4.2.3 Mesin Inferensi

Metode penalaran yang digunakan dalam sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah adalah *Forward Chaining*. *Forward Chaining* adalah metode penalaran yang dimulai dari sekumpulan fakta-fakta tentang suatu gejala yang dimasukkan pengguna ke dalam sistem pakar. Masukan tersebut kemudian dilakukan proses pelacakan dari masukan gejala dengan gejala yang tersimpan pada database yang kemudian diambil nilai densitas tertinggi tiap penyakit yang sesuai. Setelah diperoleh nilai densitas maka dapat dilakukan hipotesa yang terdiri dari dua bagian yaitu proses perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer* dan analisa hipotesa hasil dari perhitungan akhir yang kemudian digunakan sebagai kesimpulan. Kesimpulan dalam sistem pakar ini adalah berupa diagnosa hama-penyakit pada tanaman bawang merah dan nilai densitasnya. Hipotesa blok diagram alur proses inferensi *Forward Chaining* dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Mesin Inferensi *Forward Chaining* dengan Metode *Dempster-Shafer*

Perhitungan dalam Dempster-Shafer dimulai dengan memasukkan nilai densitas tiap gejala penyakit ke dalam basisdata sebagai dasar perhitungan. Kemudian pengguna memasukkan fakta-fakta gejala yang ada pada tanaman bawang merah alam aplikasi sistem pakar yang dibuat. Di dalam sistem pakar akan berjalan proses pencocokan gejala yang dimasukkan pengguna dengan gejala yang terdapat pada basisdata sehingga diperoleh kemungkinan nama penyakit dan nilai densitasnya untuk kemudian dihitung nilai *belief* dan *plausibility*. Jika nilai sudah diperoleh dan hanya terdapat satu gejala saja, maka dari hasil kemungkinan nama penyakit yang sesuai ditentukan berdasarkan nilai *belief* tertinggi.

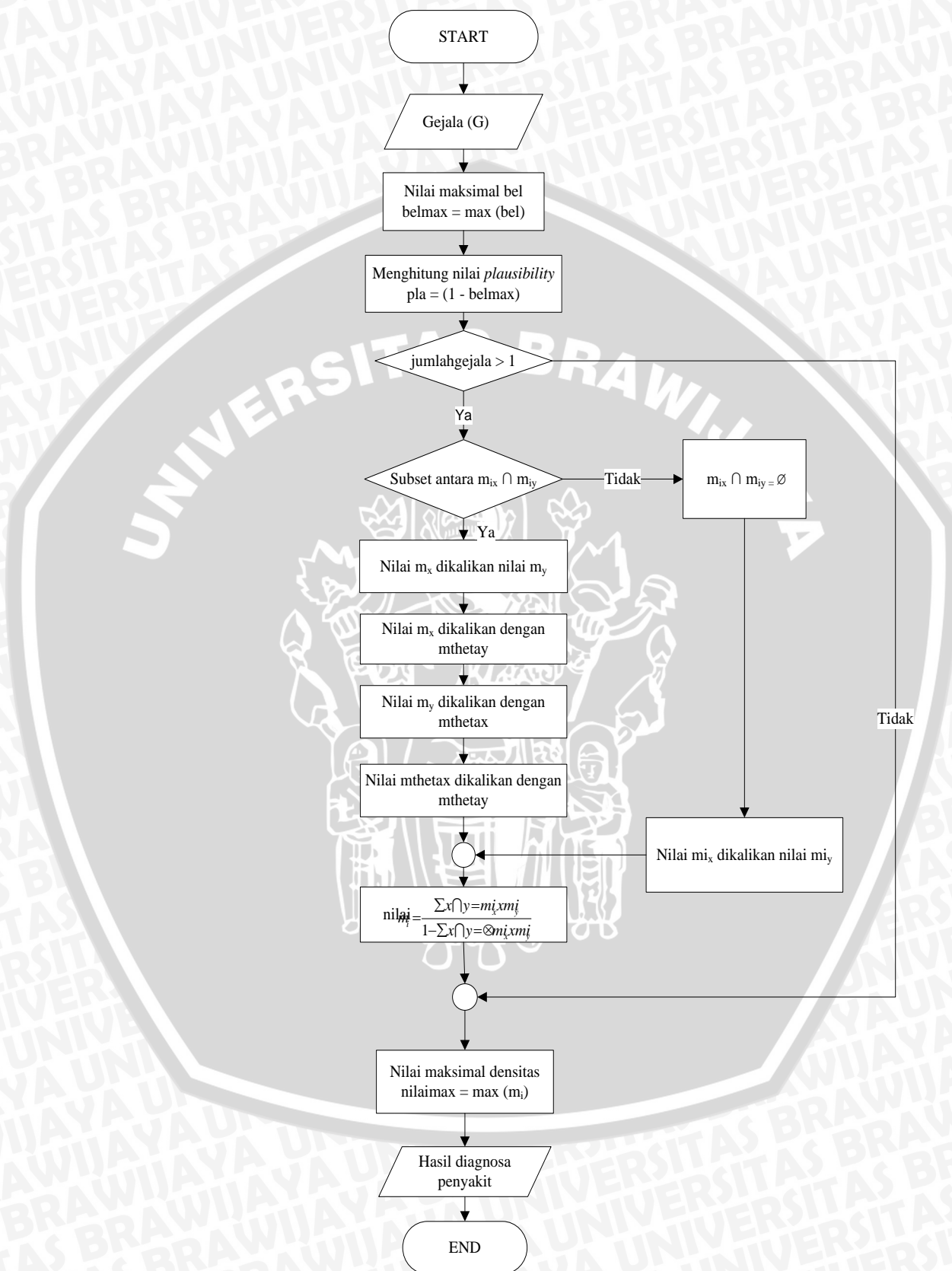
Jika gejala yang dimasukkan lebih dari satu gejala, maka hasil dari nama penyakit dan nilai *belief*, *plausibility* gejala pertama akan sementara disimpan



pada *blackboard*. Untuk gejala kedua dilakukan tahapan yang sama dengan gejala pertama dan hasilnya juga disimpan sementara. Setelah diperoleh nilai dua gejala maka dapat dilakukan perhitungan untuk mencari nilai densitas gabungan atau nilai densitas ketiga yang berasal dari gejala 1 dan gejala 2 serta kemungkinan nama penyakit yang dimasukkan dalam persamaan 2-3 teori *Dempster-Shafer*. Dari hasil nilai densitas ketiga akan diperoleh kemungkinan nama penyakit dengan nilai densitas baru yang kemudian disimpan dalam *blackboard*.

Setelah diperoleh nilai densitas ketiga dan masih terdapat gejala lain yang dimasukkan pengguna maka dilakukan perhitungan nilai densitas gabungan baru antara nilai densitas ketiga dengan nilai dari gejala ketiga seperti pada tahapan sebelumnya. Proses perhitungan tersebut akan terus berulang sebanyak gejala yang dimasukkan pengguna. Jika semua gejala sudah selesai dihitung, maka pengambilan kesimpulan diperoleh dari hasil nilai densitas gabungan yang paling terakhir dihitung. Diagram Alir proses perhitungan *Dempster-Shafer* untuk diagnosa hama-penyakit bawang merah dapat dilihat pada gambar 4.3.





Gambar 4.3 Diagram Alir Algoritma Perhitungan Dempster-Shafer

Berdasarkan diagram alir pada gambar 4.3, dapat diperoleh rancangan algoritma perhitungan *Dempster-Shafer* pada gambar 4.4.

Nama Algoritma : Perhitungan Dempster Shafer Diagnosa hama-penyakit padatanaman bawang merah

Deklarasi :

integer -> jumlahgejala
 array -> mx, my, mix, miy, mthetax, mthetay, mi
 double -> pla, bel, nilaimax, hasildempster, hasil

Deskripsi :

- **Input :** bel, pla
- **Proses :**
 1. read (bel)
 2. belmax = max (bel)
 3. pla = 1 - belmax
 4. if jumlahgejala > 1 then
 5. read (belmax, pla)
 6. belmax = mx, my
 7. pla = mthetax, mthetay
 8. if mix intersection miy then
 9. hasil_mxy = mx * my
 10. hasil_mthetaxy = mthetax * mthetay
 11. hasil_mthetax_my = mthetax * my
 12. hasil_mthetay_mx = mthetay * mx
 13. else mix intersection miy = \emptyset
 14. hasil_mxy \emptyset = mix * miy
 15. end if
 16. hasildempster = $\frac{\sum (\text{mix intersection miy})}{1 - (\text{mix intersection miy})}$
 17. else
 18. nilaimax = max (mi)
 19. write (nilaimax)

Output : nilaimax

Gambar 4.4 Rancangan Algoritma Proses Perhitungan *Dempster-Shafer*
 Penjelasan perbaris rancangan algoritma proses perhitungan *Dempster-Shafer*.

- Baris 1 : masukan sistem sebagai dasar perhitungan berupa bel : *belief* yaitu nilai densitas dari fakta-fakta gejala (*evidence*)
- Baris 2 : melakukan pencarian nilai maksimal bel yang dimasukkan
- Baris 3 : melakukan perhitungan pla : *Plausibility* dengan cara mengurangi 1 dengan nilai *belief* yang paling tinggi
- Baris 4 : kondisi jika jumlah gejala lebih dari satu
- Baris 5 : bel : *belief* dan pla: *plausibility* sebagai masukan untuk mencari subset m_{ix} dan m_{iy}
- Baris 6 - 7 : deklarasi bel dan pla
- Baris 8 - 15 : kondisi jika mix dan miy subsetnya saling beririsan serta jika mix dan miy terdapat subset yang tidak saling beririsan



- Baris 16 - 17 : perhitungan *Dempster-Shafer* dengan kondisi keduanya, jika semua subset beririsan maka 1 dikurangi dengan 0, namun jika terdapat subset yang tidak saling beririsan maka 1 dikurangi dengan jumlah perkalian seluruh subset yang tidak beririsan
- Baris 18 - 19 : mencari nilai densitas akhir yang paling besar sebagai hasil keputusan sistem.
- Baris 20 : nilai hasil dari perhitungan *Dempster-Shafer*

4.2.4 Perhitungan Manual

Perhitungan manual bertujuan untuk memberikan gambaran umum perancangan sistem pakar diagnosa tanaman bawang merah yang akan dibangun. Contoh manualisasi akan dibagi menjadi 2 kasus, yaitu kasus 1 dengan perhitungan 1 gejala dan kasus 2 dengan perhitungan 3 gejala. Dengan kasus 2 merupakan penambahan gejala dari perhitungan kasus 1.

1. Perhitungan Gejala Non Spesifik.

a. Kasus 1 (Perhitungan 1 Gejala)

Pada kasus 1 ini akan diberikan contoh perhitungan dengan memasukkan 1 gejala dari pengguna. Dalam kasus ini pengguna memasukkan tanaman yang mengalami gejala Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan.

➤ Gejala 1: Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan

Dengan gejala ini seorang pakar akan mendiagnosa bahwa tanaman tersebut tersebut terkena penyakit Moler atau layu (P1), dan Penyakit Antraknose/penyakit otomatis (P3). Maka *frame of discernment* yang terbentuk, yaitu:

{P1, P3}

Masing-masing anggota dari *frame of discernment* mempunyai nilai densitas yang mengacu pada Tabel 4.6, yaitu:

$$m\{P1\} = 0,75; m\{P3\} = 0,25;$$

Nilai densitas tersebut dipilih nilai densitas tertinggi untuk mendapatkan nilai m_1 , maka diperoleh:

$$m_1\{P1, P3\} = 0,75$$

Setelah nilai densitas tertinggi diperoleh, maka dapat dihitung *Plausibility* dengan mengacu pada persamaan 2.1:

$$m_1\{\emptyset\} = 1 - 0,75 = 0,25$$

Kemudian diurutkan penyakit dari nilai densitas tertinggi:

$$m\{P1\} = 0,75$$

$$m\{P3\} = 0,25$$

Berdasarkan masukan pengguna yang hanya satu gejala dan diagnosis penyakit tanaman bawang merah lebih dari satu penyakit, maka hasil diagnosis penyakit dalam sistem pakar ini dapat diurutkan dari nilai densitas tertinggi. Sehingga hasil diagnosisnya dapat disimpulkan bahwa tanaman terserang penyakit Moler/layu (P1) dan penyakit Antraknose/penyakit otomatis (P3).

b. Kasus 2 (Perhitungan 3 Gejala)

Pada kasus 2 ini akan diberikan contoh perhitungan dengan memasukkan 3 gejala dari pengguna. Dalam kasus ini pengguna memasukkan tanaman yang memiliki gejala Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan, Bercak tidak beraturan, dan Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah.

- Gejala 1: Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan
 Dengan gejala ini seorang pakar akan mendiagnosa bahwa tanaman tersebut tersebut terkena penyakit Moler atau layu (P1), dan Penyakit Antraknose/penyakit otomatis (P3). Maka *frame of discernment* yang terbentuk, yaitu:

$$\{P1, P3\}$$

Masing-masing anggota dari *frame of discernment* mempunyai nilai densitas yang mengacu pada Tabel 4.6, yaitu:

$$m\{P1\} = 0,75; m\{P3\} = 0,25;$$

Nilai densitas tersebut dipilih nilai densitas tertinggi untuk mendapatkan nilai m1, maka diperoleh:

$$m1\{P1, P3\} = 0,75$$

Setelah nilai densitas tertinggi diperoleh, maka dapat dihitung *Plausibility* dengan mengacu pada persamaan 2.1:

$$m1\{\emptyset\} = 1 - 0,75 = 0,25$$

- Gejala 2: Bercak tidak beraturan

Dengan gejala ini seorang pakar akan mendiagnosa bahwa tanaman bawang merah tersebut terkena penyakit trotol (P2) dan penyakit antraknose (P3). Maka *frame of discernment* yang terbentuk, yaitu:

$$\{P2, P3\}$$

Masing-masing anggota dari *frame of discernment* mempunyai nilai densitas yang mengacu pada Tabel 4.6, yaitu:

$$m\{P2\} = 0,75 \text{ dan } m\{P3\} = 0,25$$

Nilai densitas tersebut dipilih nilai densitas tertinggi untuk mendapatkan nilai m2, maka diperoleh:

$$m2\{P2, P3\} = 0,75$$

Setelah nilai densitas tertinggi diperoleh, maka dapat dihitung *Plausibility* dengan mengacu pada persamaan 2.1:

$$m2\{\emptyset\} = 1 - 0,75 = 0,25$$

Setelah *Plausibility* diketahui maka dihitung nilai densitas baru (m3) yang berasal dari kombinasi m1 dan m2 dengan mengacu pada persamaan 2.2. Pada tabel 4.7 dilakukan proses kombinasi densitas m3.

Tabel 4.7 Kombinasi untuk m3 Kasus 2

		m2			
		{P2, P3}	0,75	∅	0,25
m1	{P1, P3}	0,75	{P3} 0,5625	{P1, P3}	0,1875
	∅	0,25	{P2, P3} 0,1875	∅	0,0625



Perhitungan untuk mencari densitas baru (m_3) yang berasal dari kombinasi m_1 dan m_2 dengan menggunakan persamaan 2.2.

- $\{P_1, P_3\} \cap \{P_2, P_3\} = \{P_3\}$
 $0,75 \times 0,75 = 0,5625$
 $\{P_3\} = 0,5625$
- $\{\emptyset\} \cap \{P_2, P_3\} = \{P_2, P_3\}$
 $0,25 \times 0,75 = 0,1875$
 $\{P_2, P_3\} = 0,1875$
- $\{P_1, P_3\} \cap \{\emptyset\} = \{P_1, P_3\}$
 $0,75 \times 0,25 = 0,1875$
 $\{P_1, P_3\} = 0,1875$
- $\{\emptyset\} \cap \{\emptyset\} = \{\emptyset\}$
 $0,25 \times 0,125 = 0,0625$
 $\{\emptyset\} = 0,0625$

Sehingga nilai dari m_3 dapat dihitung dengan persamaan 2.2:

$$m_3\{P_3\} = \frac{0,5625}{1 - 0} = 0,5625$$

$$m_3\{P_2, P_3\} = \frac{0,1875}{1 - 0} = 0,1875$$

$$m_3\{P_1, P_3\} = \frac{0,1875}{1 - 0} = 0,1875$$

$$m_3\{\emptyset\} = \frac{0,0625}{1 - 0} = 0,0625$$

- Gejala 3: Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah
 Dengan gejala ini seorang pakar akan mendiagnosa bahwa tanaman tersebut terkena penyakit trotol (P_2), dan antraknosa (P_3). Maka *frame of discernment* yang terbentuk, yaitu:

$$\{P_2, P_3\}$$

Masing-masing anggota dari *frame of discernment* mempunyai nilai densitas yang mengacu pada Tabel 4.6, yaitu:

$$m\{P_2\} = 0,9; m\{P_3\} = 0,5;$$

Nilai densitas tersebut dipilih nilai densitas tertinggi untuk mendapatkan nilai m_4 , maka diperoleh:

$$m_4\{P_2, P_3\} = 0,9$$

Setelah nilai densitas tertinggi diperoleh, maka dapat dihitung *Plausibility* dengan mengacu pada persamaan 2.1:

$$m_4\{\emptyset\} = 1 - 0,9 = 0,1$$

Setelah *Plausibility* diketahui maka dihitung nilai densitas baru (m_5) yang berasal dari kombinasi m_3 dan m_4 . Pada tabel 4.8 dilakukan proses kombinasi densitas m_5 .

Tabel 4.8 Kombinasi untuk m_5 Kasus 2

		m4		
		{P2,P3} 0,9	\emptyset	0,1
m3	{P3}	0,5625	{P3} 0,	{P3} 0,
	{P2,P3}	0,1875	{P2,P3} 0,	{P2,P3} 0,
	{P1,P3}	0,1875	{P3} 0,	{P1,P3} 0,
	{ \emptyset }	0,0625	{P2,P3}	{ \emptyset }

Perhitungan untuk mencari densitas baru (m_5) yang berasal dari kombinasi m_3 dan m_4 dengan menggunakan persamaan 2.2.

- $\{P3\} \cap \{P2, P3\} = \{P3\}$
 $0,5625 \times 0,9 = 0,50625$
 $\{P3\} = 0,50625$
- $\{P2, P3\} \cap \{P2, P3\} = \{P2, P3\}$
 $0,1875 \times 0,9 = 0,16875$
 $\{P2, P3\} = 0,16875$
- $\{P1, P3\} \cap \{P2, P3\} = \{P3\}$
 $0,1875 \times 0,9 = 0,16875$
 $\{P4, P7, P8\} = 0,06$
- $\{\emptyset\} \cap \{P2, P3\} = \{P2, P3\}$
 $0,0625 \times 0,9 = 0,05625$
 $\{P2, P3\} = 0,05625$
- $\{P3\} \cap \{\emptyset\} = \{P3\}$
 $0,675 \times 0,25 = 0,05625$
 $\{P3\} = 0,05625$
- $\{P2, P3\} \cap \{\emptyset\} = \{P2, P3\}$
 $0,1875 \times 0,1 = 0,01875$
 $\{P2, P3\} = 0,01875$



- $\{P1, P3\} \cap \{\theta\} = \{P1, P3\}$
 $0,1875 \times 0,1 = 0,01875$
 $\{P1, P3\} = 0,01875$
- $\{\theta\} \cap \{\theta\} = \{\theta\}$
 $0,0625 \times 0,1 = 0,00625$
 $\{\theta\} = 0,01875$

Sehingga nilai dari m_5 dapat dihitung dengan persamaan 2.3:

$$m_5\{P3\} = \frac{0,50625 + 0,16875 + 0,05625}{1 - 0} = 0,73125$$

$$m_5\{P2, P3\} = \frac{0,16875 + 0,50625 + 0,01875}{1 - 0} = 0,69375$$

$$m_5\{P1, P3\} = \frac{0,01875}{1 - 0} = 0,01875$$

$$m_5\{\theta\} = \frac{0,00625}{1 - 0} = 0,00625$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer*, nilai densitas paling tinggi adalah pada penyakit P3 atau penyakit antraknose dengan nilai densitas 0,73125. Maka dapat disimpulkan bahwa tanaman bawang merah terserang penyakit Antraknose.

4.2.5 Blackboard (Daerah Kerja)

Blackboard merupakan daerah memori yang berfungsi sebagai *database* sementara. *Blackboard* berisi rencana solusi berupa data yang digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam memberikan kesimpulan akhir. Pada sistem pakar ini data yang disimpan pada daerah ini adalah data gejala masukan dari pengguna, nilai perhitungan *belief* dan *plausibility* tiap gejala, hasil perhitungan densitas baru, hasil densitas akhir, dan hasil diagnosa penyakit.

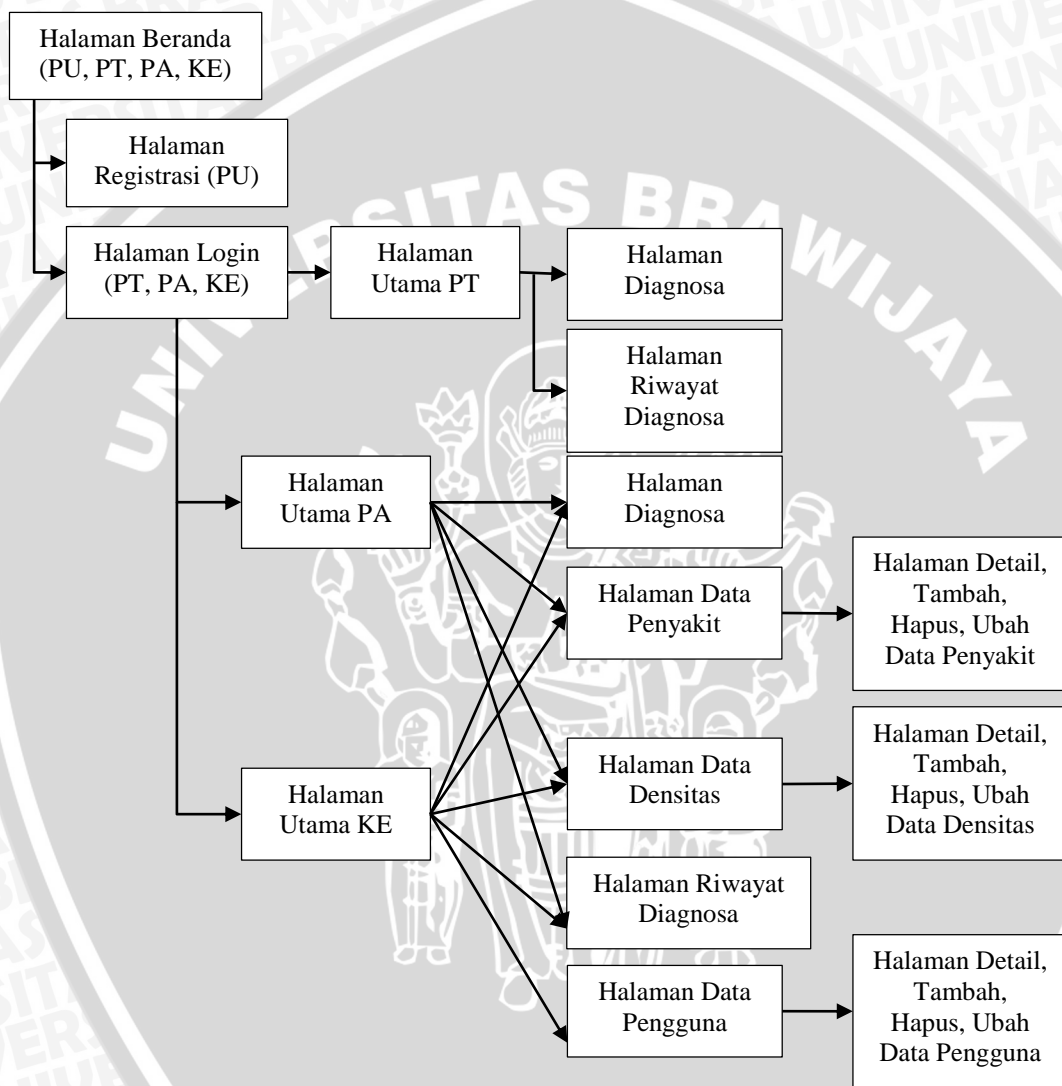
4.2.6 Fasilitas Penjelas

Fasilitas penjelas berisi bantuan penggunaan aplikasi yang dibangun dan bagaimana kesimpulan dapat diambil. Pada sistem pakar diagnosa hama-penyakit pada tanaman bawang merah ini menerapkan fasilitas penjelas, yaitu dengan menjelaskan proses diagnosa mulai dari masukan fakta gejala oleh pengguna, kemudian proses perhitungan sehingga diperoleh kesimpulan diagnosa penyakit beserta nilai densitasnya. dan informasi hasil perhitungan dari proses diagnosa. Fasilitas penjelas ini sangat penting untuk memberikan informasi kepada para pengguna mengenai bagaimana kesimpulan diagnosa hama-penyakit pada tanaman bawang merah dihasilkan.

4.2.7 Antarmuka

Antarmuka adalah suatu perantara yang digunakan oleh pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi seperti melihat informasi yang ada di dalam sistem, melakukan konsultasi, dan lain sebagainya. Pada bagian ini akan terjadi

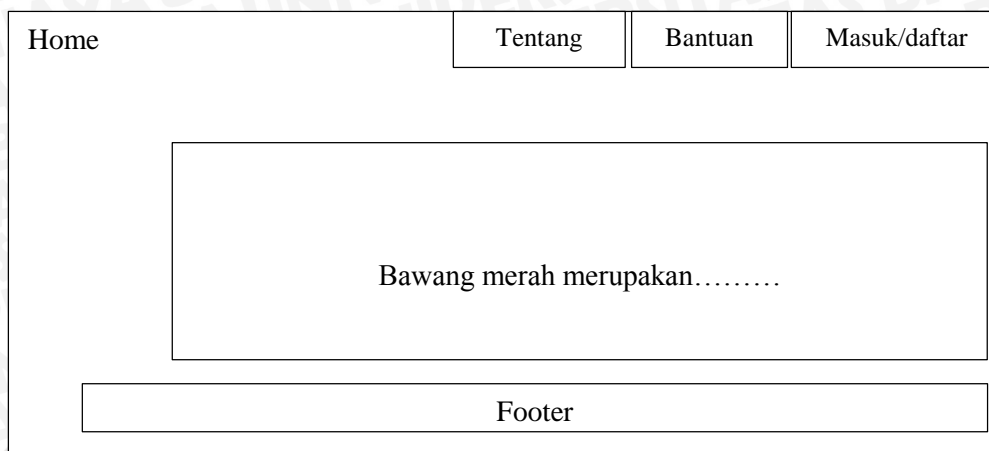
interaksi antara program dan pengguna. Program akan menampilkan gejala-gejala yang nantinya akan dipilih oleh pengguna, kemudian sistem akan melakukan diagnosis sesuai gejala yang telah dipilih. Perancangan antarmuka dari sistem pakar yang akan dibangun dijelaskan melalui sitemap dan desain antarmuka tiap halaman. Sistem pakar diagnosa hama-penyakit tanaman bawang merah ini dibagi menjadi 4 halaman utama berdasarkan hak akses dari PU, PT, KE, dan PK. Gambar 4.5 merupakan sitemap dari sistem pakar yang akan dibangun.



Gambar 4.5 Sitemap Halaman Pengguna

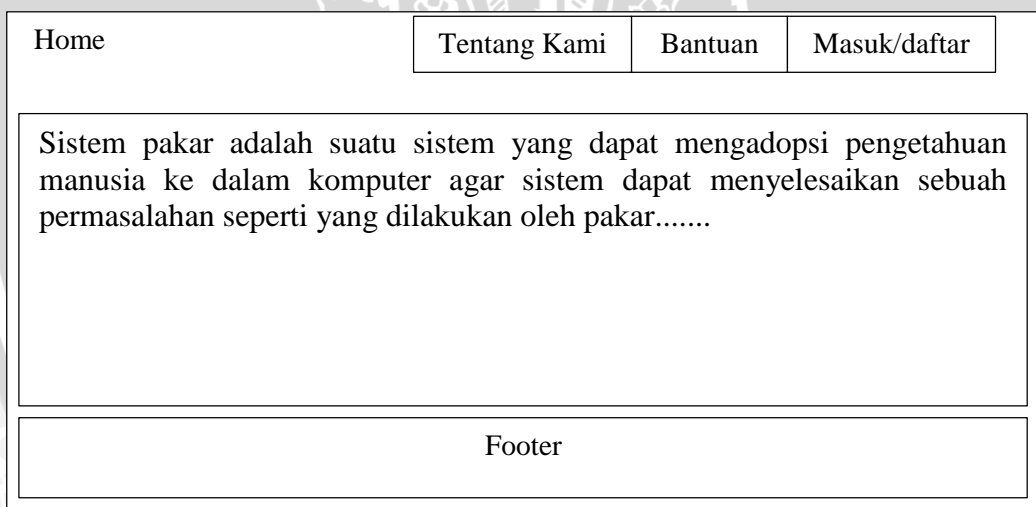
Setelah *sitemap* didefinisikan, maka dapat dibuat perancangan antarmuka sistem pakar diagnosa hama-penyakit pada tanaman bawang merah. Pada Gambar 4.6 adalah rancangan antarmuka awal dari sistem yang terdiri dari menu artikel, registrasi, *username* dan *password*. Pengguna dalam sistem ini dibagi menjadi empat, yaitu pengguna umum (PU), pengguna terdaftar (PT), pakar (PA), dan *knowledge engineer* (KE). Pengguna umum tidak perlu melakukan registrasi dan login serta hanya dapat melihat informasi-informasi umum tetapi tidak dapat melakukan diagnosa penyakit. Pengguna harus melakukan login dengan registrasi

pengguna jika belum mempunyai *username* dan *password*, kemudian jika sudah terdaftar dalam sistem pengguna dapat melakukan diagnosa penyakit. Rancangan antarmuka awal sistem ditunjukkan pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Halaman Utama

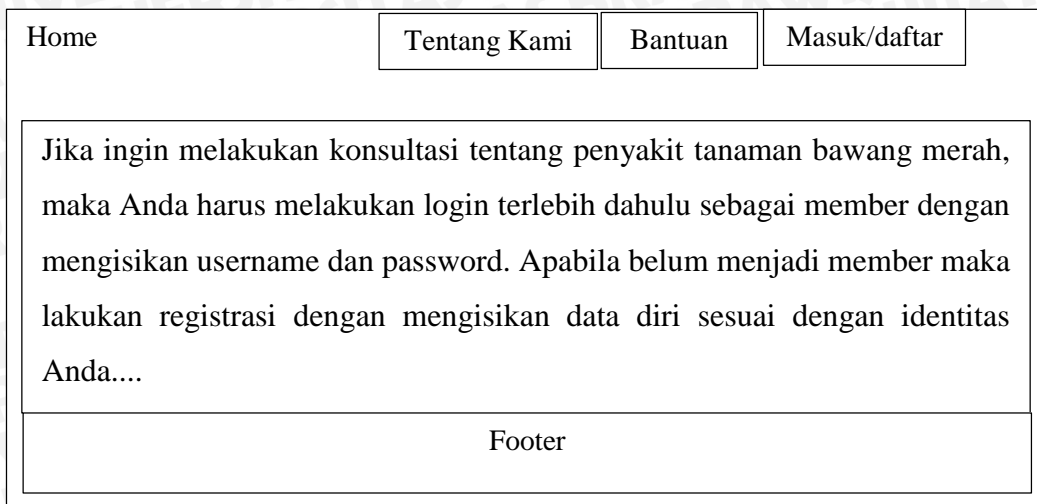
Pada gambar 4.7 merupakan rancangan antarmuka untuk Tentang Kami, Tentang Kami merupakan pengenalan sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah. Pengenalan meliputi tujuan dibuatnya sistem pakar ini.



Gambar 4.7 Halaman Tentang Kami

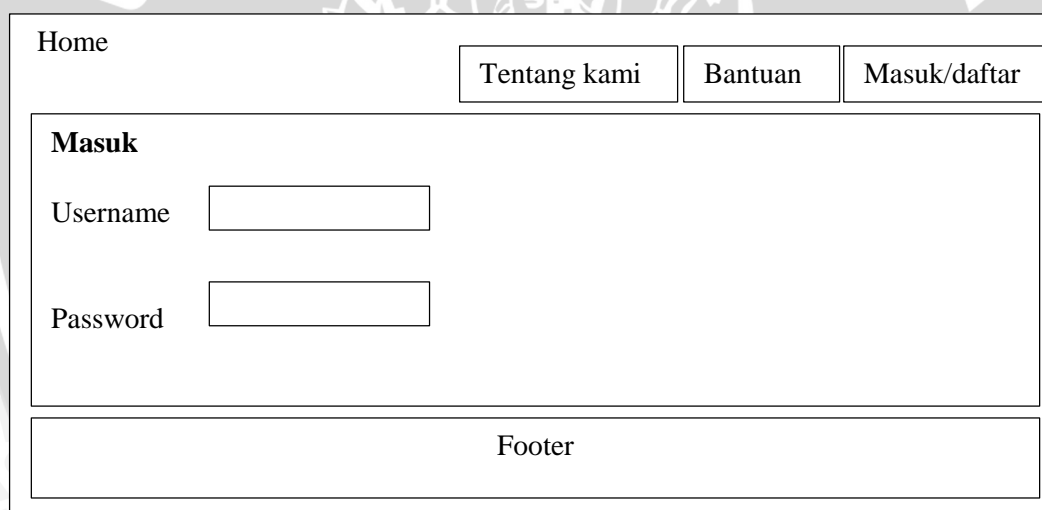
Pada gambar 4.8 merupakan rancangan antarmuka untuk halaman Bantuan. Pada halaman ini akan ditampilkan syarat dan langkah-langkah penggunaan sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah.





Gambar 4.8 Halaman Bantuan

Pada gambar 4.9 merupakan rancangan antarmuka untuk halaman masuk pengguna. Pada halaman ini pengguna terdaftar, pakar, dan knowledge engineer dapat melakukan *login* untuk dapat menggunakan sistem pakar diagnosa hama-penyakit tanaman bawang merah sesuai dengan hak akses yang dimiliki.



Gambar 4.9 Halaman Masuk

Pada gambar 4.10 merupakan rancangan antarmuka untuk halaman login pengguna. Pada halaman ini pengguna terdaftar, pakar, dan knowledge engineer dapat melakukan login untuk dapat menggunakan sistem pakar diagnosa hama-penyakit tanaman bawang merah sesuai dengan hak akses yang dimiliki.

Home	Tentang kami	Bantuan	Masuk/daftar
Daftar			
Username	<input type="text"/>		
Nama	<input type="text"/>		
Email	<input type="text"/>		
Footer			

Gambar 4.10 Halaman Daftar

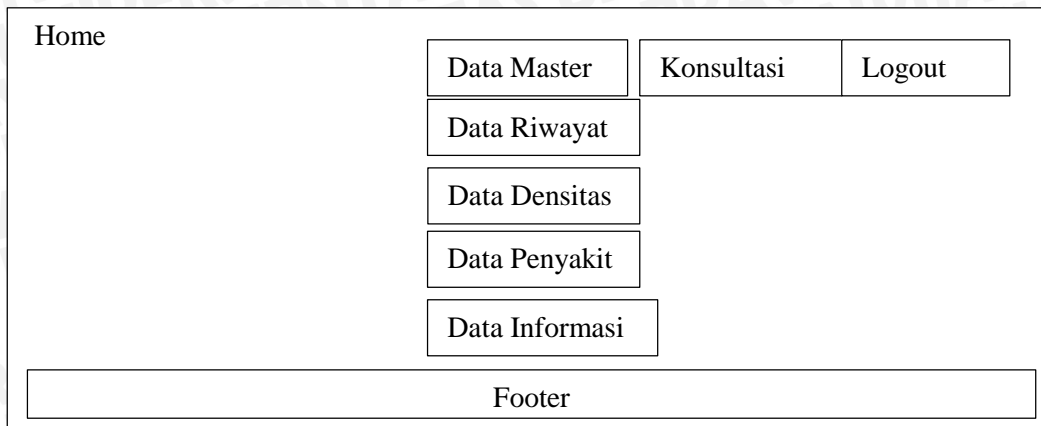
Gambar 4.11 merupakan rancangan antarmuka untuk halaman utama pengguna terdaftar. Pada halaman ini terdapat menu Home, Riwayat, Konsultasi, dan Logout. Menu home berfungsi untuk kembali ke halaman awal. Menu riwayat berfungsi untuk masuk ke halaman riwayat diagnosa. Menu konsultasi berfungsi untuk masuk ke halaman konsultasi. Sedangkan menu logout berfungsi untuk keluar dari halaman pengguna.

Home	Riwayat	Konsultasi	Logout
Selamat datang, silahkan klik menu konsultasi untuk melakukan konsultasi mengenai penyakit yang menyerang tanaman bawang merah anda berdasarkan gejala-gejala yang ada...			
Footer			

Gambar 4.11 Halaman Utama Pengguna Terdaftar

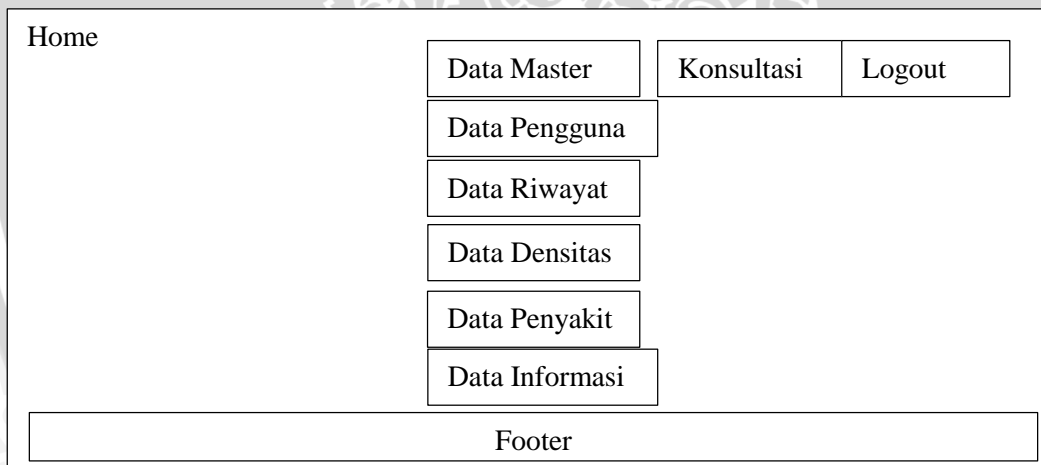
Gambar 4.12 merupakan rancangan antarmuka untuk halaman utama pakar. Pada halaman ini terdapat menu Home, Data Master, Konsultasi, dan Logout. Menu home berfungsi untuk kembali ke halaman awal. Menu data master terdiri dari sub menu data riwayat, densitas, penyakit, dan informasi. Menu konsultasi berfungsi untuk masuk ke halaman konsultasi. Halaman konsultasi pada pakar berguna untuk melakukan pengecekan apakah hasil diagnosa sudah sesuai dengan gejala-gejala yang dimasukkan. Sedangkan menu logout berfungsi untuk keluar dari halaman pakar.





Gambar 4.12 Halaman Utama Pakar

Gambar 4.13 merupakan rancangan antarmuka untuk halaman utama *knowledge engineer*. Pada halaman ini terdapat menu Home, Data Master, Konsultasi, dan Logout. Menu home berfungsi untuk kembali ke halaman awal. Menu data master terdiri dari sub menu data pengguna, riwayat, densitas, penyakit, dan informasi. Menu konsultasi berfungsi untuk masuk ke halaman konsultasi. Halaman konsultasi pada pakar berguna untuk melakukan pengecekan apakah hasil diagnosa sudah sesuai dengan gejala-gejala yang dimasukkan. Sedangkan menu logout berfungsi untuk keluar dari halaman *knowledge engineer*.



Gambar 4.13 Halaman Utama *Knowledge Engineer*

Gambar 4.14 merupakan rancangan antarmuka untuk halaman diagnosa atau konsultasi. Pada halaman ini pengguna dapat memasukkan gejala-gejala yang ada untuk dapat didiagnosa oleh sistem pakar. Setelah semua gejala dimasukkan kemudian tekan tombol diagnosa untuk mendapatkan hasilnya.



Home		Riwayat	Konsultasi	Logout
No	Gejala	Ya	Tidak	
1.	Bercak Cokelat	V		
2.	Bercak Beraturan Tidak	V		
3.	Bercak Pustul hitam		V	
4.	Bercak kecekalatan pada buah		V	
				Diagnosa
Footer				

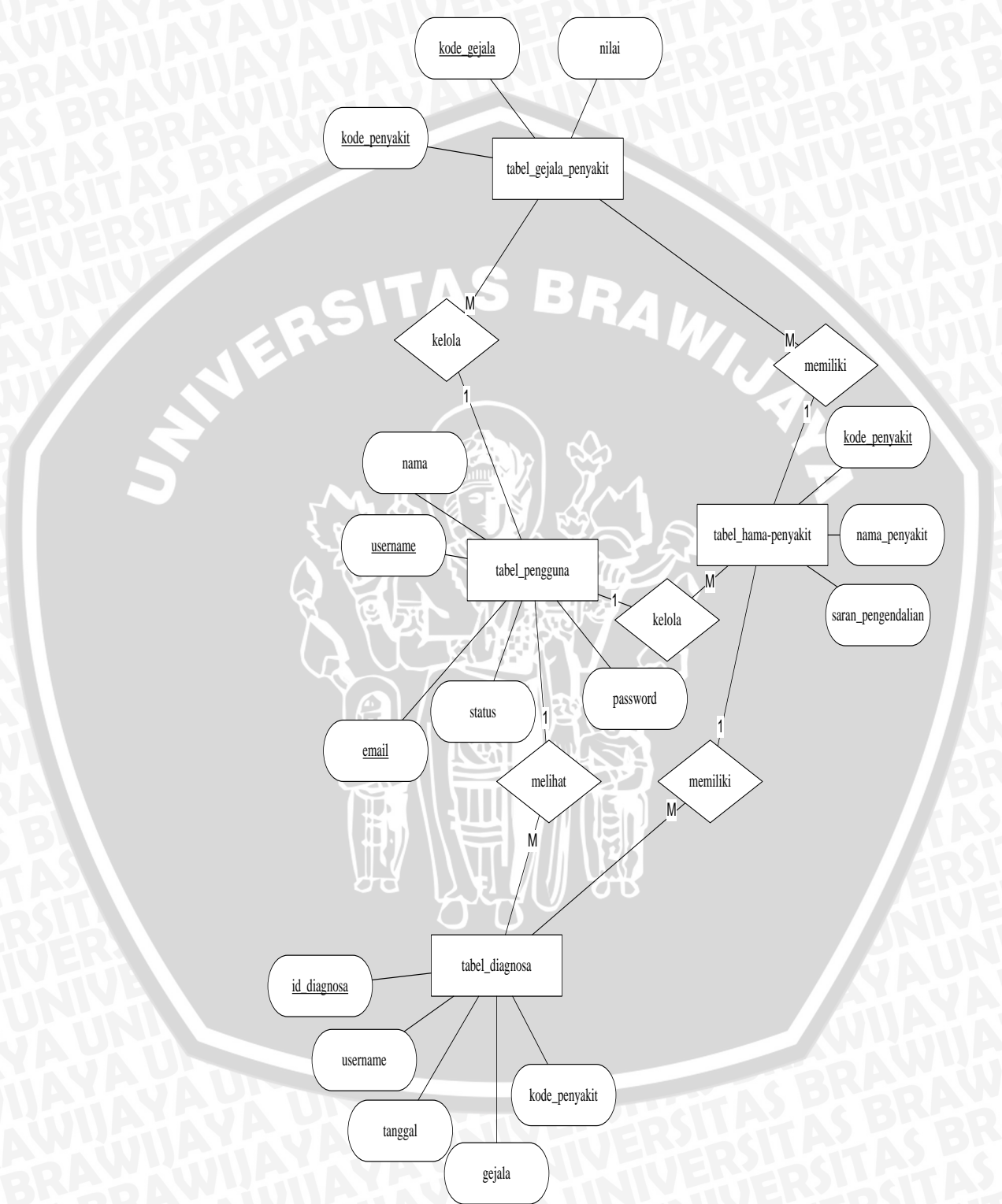
Gambar 4.14 Halaman Diagnosa Penyakit

4.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak ini menjelaskan mengenai pola hubungan antar komponen-komponen detail sehingga mampu membentuk sebuah fungsi yang mampu memberikan pelayanan terhadap kebutuhan *pengguna*. Perancangan perangkat lunak menggunakan *Data Flow Diagram* (DFD) sebagai pemodelan perangkat lunak dan *Entity Relationship Diagram* (ERD) sebagai rancangan basisdatanya.

4.3.1 Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) adalah diagram yang dipakai untuk mendokumentasikan data dengan mengidentifikasi jenis entitas dan hubungannya. ERD berisi komponen-komponen himpunan entitas dan himpunan relasi yang masing-masing dilengkapi dengan atribut yang merepresentasikan seluruh fakta yang ditinjau dari keadaan nyata. Pada ERD aplikasi sistem pakar identifikasi hama tanaman jeruk ini terdapat enam entitas yang digunakan, yaitu entitas *pengguna*, admin, hama, gejala, aturan, dan hasil identifikasi. rancangan Entity Relationship Diagram (ERD) Sistem Pakar ditunjukkan pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Rancangan ERD Sistem pakar



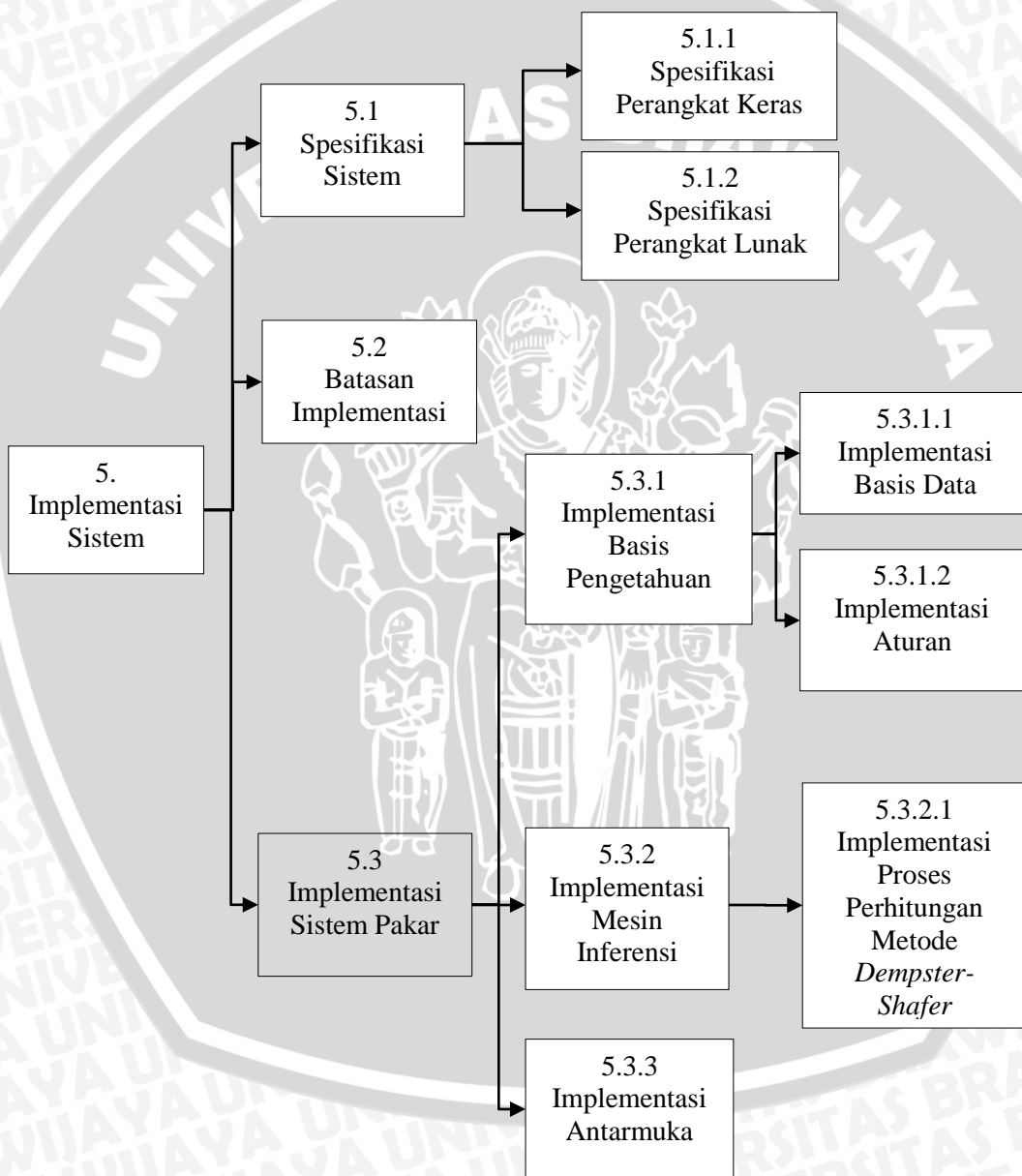
Diagram ERD pada gambar 4.15 terdapat lima entitas, yaitu pengguna, diagnosa, gejala, hama-penyakit, dan solusi pengobatan. Entitas pengguna mempunyai atribut id_pengguna (PK), username, password, nama, tanggal lahir, dan email. Entitas diagnosa mempunyai atribut id_diagnosa (PK) dan tanggal. Entitas gejala mempunyai atribut id_gejala (PK), densitas, dan nama_gejala. Entitas hama-penyakit mempunyai atribut id_penyakit (PK) dan nama_penyakit. Sedangkan entitas solusi pengobatan mempunyai atribut id_solusi (PK) dan solusi.



BAB V

IMPLEMENTASI SISTEM

Bab implementasi ini akan membahas tentang implementasi sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah berdasarkan proses perancangan yang telah dibangun sebelumnya. Pembahasan dalam tahap ini meliputi spesifikasi sistem, batasan implementasi, implementasi sistem pakar, dan implementasi antarmuka. Pohon implementasi sistem ditunjukkan pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Pohon Implementasi

5.1 Spesifikasi Sistem

Hasil dari analisa kebutuhan perangkat lunak yang terdapat pada Bab 4 menjadi acuan dalam mengimplementasikan sistem yang dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan pengguna. Spesifikasi sistem terdiri dari dua macam yaitu spesifikasi perangkat keras dan spesifikasi perangkat lunak.

5.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras dalam pembangunan sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah terdiri dari komponen-komponen yang ditunjukkan pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Nama Komponen	Spesifikasi
<i>Processor</i>	Intel(R) Core™ i5-3210M CPU @ 2.50 GHz
Memori (RAM)	8GB RAM
Kartu Grafis	ATI Radeon HD 7650 1GB
Hardisk	500GB HDD

5.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Spesifikasi perangkat lunak terdiri dari sistem operasi pendukung dalam pembuatan sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah seperti yang ditunjukkan pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Sistem Operasi	Microsoft Windows 10 (64-bit)
Bahasa Pemrograman	PHP
<i>Tools</i> Pemrograman	PHP Designer
DBMS	MySQL
<i>Browser</i>	Google Chrome

5.2 Batasan Implementasi

Berikut ini merupakan batasan implementasi pada pembangunan sistem pakar diagnosa penyakit dan hama tanaman bawang merah.

1. Sistem yang dibangun berbasis web dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP.
2. Masukan yang dapat diterima oleh sistem berupa gejala-gejala penyakit tanaman bawang merah berdasarkan data yang telah didapatkan sebelumnya dari hasil observasi.
3. Menerapkan metode *Dempster-Shafer* pada proses perhitungan penentuan hasil diagnosanya.
4. Data gejala tanaman bawang merah yang digunakan pada sistem pakar ini adalah sebanyak 23 gejala.

5. Keluaran yang dihasilkan oleh sistem yaitu berupa lima jenis penyakit atau hama tanaman bawang merah (hama Ulat Bawang, Hama lalat bawang, penyakit Moler, Penyakit Antraknose dan penyakit Trotol) dan solusi penanganannya.
6. Pengguna utama pada sistem ini terdiri dari pengguna umum (PU), pengguna terdaftar (PT), pakar (PA), dan *knowledge engineer* (KE).
7. Jika belum memiliki akun, maka pengguna harus melakukan registrasi.
8. Setiap pengguna memiliki hak akses yang berbeda pada penggunaan sistem sesuai dengan kebutuhan.
9. Proses kelola data pengguna hanya dapat dilakukan oleh KE.

5.3 Implementasi Sistem Pakar

Implementasi sistem pakar diperoleh berdasarkan perancangan pada bab 4 yang telah diuraikan sebelumnya. Implementasi pada sistem pakar terdiri dari implementasi basis pengetahuan, implementasi mesin inferensi, dan implementasi antarmuka.

5.3.1 Implementasi Basis Pengetahuan

Implementasi basis pengetahuan terdiri dari dua macam yaitu implementasi basis data dan implementasi aturan.

5.3.1.1 Implementasi Basis Data

Implementasi basis data merupakan proses penyimpanan data-data dari sistem ke dalam sebuah *database*. Basis data yang digunakan dalam implementasi ini adalah DBMS MySQL. Penyimpanan data dikelompokkan kedalam tabel-tabel kemudian yang digambarkan dalam diagram model konseptual *Entity Relationship* yang ditunjukkan pada Gambar 5.2.

Tabel	Kolom	Tipe Data
sispak_bawangmerah.pengguna	username	varchar(15)
	nama	varchar(30)
	email	varchar(50)
	password	varchar(50)
	status	varchar(50)
sispak_bawangmerah.gejala_penyakit	kode_penyakit	varchar(10)
	kode_gejala	varchar(10)
sispak_bawangmerah.penakit	kode_penyakit	varchar(100)
	nama_penyakit	varchar(100)
	solusi	varchar(200)
sispak_bawangmerah.diagnosa	id	int(10)
	username	varchar(15)
	tanggal	timestamp
	gejala	varchar(1000)
sispak_bawangmerah.gejala	kode_gejala	varchar(10)
	nama_gejala	varchar(200)

Gambar 5.2 Implementasi Diagram ER Sistem

5.3.1.2 Implementasi Aturan

Implementasi aturan adalah sebuah implementasi yang berasal dari data-data basis pengetahuan yang telah dijelaskan pada proses perancangan.

Implementasi aturan dalam sistem ini adalah data densitas. Implementasi aturan mengacu pada hasil wawancara dengan pakar. Basis Pengetahuan densitas tiap gejala ditunjukkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Implementasi Aturan

kode_penyakit	kode_gejala	nilai
P1	G01	0,9
P1	G02	0,75
P1	G04	0,25
P1	G11	0,75
P1	G12	0,75
P1	G16	0,75
P1	G17	0,5
P2	G02	0,9
P2	G03	0,9
P2	G18	0,75
P2	G19	0,25
P2	G20	0,90
P2	G21	0,5
P3	G03	0,5
P3	G18	0,25
P3	G11	0,25
P3	G23	0,75
P4	G05	0,75
P4	G06	0,5
P4	G10	0,5
P4	G13	0,9
P4	G22	0,75
P5	G07	0,75
P5	G08	0,75

P5	G09	0,75
P5	G14	0,5

Berdasarkan tabel 5.3 dapat diperoleh database data densitas yang ditunjukkan pada Gambar 5.3.

			kode_penyakit	kode_gejala	nilai
<input type="checkbox"/>			P1	G01	0.9
<input type="checkbox"/>			P1	G02	0.75
<input type="checkbox"/>			P1	G04	0.25
<input type="checkbox"/>			P1	G11	0.75
<input type="checkbox"/>			P1	G12	0.75
<input type="checkbox"/>			P1	G16	0.75
<input type="checkbox"/>			P1	G17	0.5
<input type="checkbox"/>			P2	G02	0.9
<input type="checkbox"/>			P2	G03	0.9
<input type="checkbox"/>			P2	G18	0.75
<input type="checkbox"/>			P2	G19	0.25
<input type="checkbox"/>			P2	G20	0.9
<input type="checkbox"/>			P2	G21	0.5
<input type="checkbox"/>			P3	G03	0.5
<input type="checkbox"/>			P3	G04	0.9
<input type="checkbox"/>			P3	G11	0.25
<input type="checkbox"/>			P3	G15	0.5
<input type="checkbox"/>			P3	G18	0.25
<input type="checkbox"/>			P3	G23	0.75
<input type="checkbox"/>			P4	G05	0.75
<input type="checkbox"/>			P4	G06	0.5
<input type="checkbox"/>			P4	G10	0.5
<input type="checkbox"/>			P4	G13	0.9
<input type="checkbox"/>			P4	G22	0.75
<input type="checkbox"/>			P5	G07	0.75
<input type="checkbox"/>			P5	G08	0.75
<input type="checkbox"/>			P5	G09	0.75
<input type="checkbox"/>			P5	G14	0.5

Gambar 5.3 Implementasi Aturan Data Densitas

5.3.2 Implementasi Mesin Inferensi

Implementasi mesin inferensi merupakan sebuah implementasi dari proses perhitungan sistem pakar yang telah dibangun yang mengacu pada sub bab mesin inferensi pada bab perancangan. Proses perhitungan pada mesin inferensi ini menerapkan metode *Dempster-Shafer*.

5.3.2.1 Implementasi Proses Perhitungan Metode *Dempster-Shafer*

Implementasi proses perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer* berdasarkan pada algoritma yang telah dirancang dalam gambar 4.4 diagram alir

perhitungan *Dempster-Shafer* sub bab 4.2.3 mesin inferensi pada bab perancangan. Dalam sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah pengguna diminta untuk memilih data fakta gejala yang telah disediakan oleh sistem. Nilai densitas berdasarkan data fakta gejala tersebut akan dilakukan proses perhitungan menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Implementasi proses perhitungan metode *Dempster-Shafer* ditunjukkan pada source code 5.1.

```
1.  if(isset($_POST['gejala'])) {
2.  $gejalas = explode("&", $_POST['gejala']);
3.  if (count($gejalas) > 1) {
4.  foreach($gejalas as $i => $gejala) {
5.  if($i==0) {
6.  $penyakit = array();
7.  $densitasTertinggi = 0;
8.  $plausability = 0;
9.  $sqlI=mysql_query("SELECT kode_penyakit, kode_gejala, nilai
10. FROM gejala_penyakit WHERE kode_gejala='$gejala' ORDER BY
11. nilai DESC");
12. $j = 0;
13. while($rsI=mysql_fetch_array($sqlI)) {
14. if($j==0) {
15. $densitasTertinggi = $rsI['nilai'];
16. $plausability = 1-$densitasTertinggi;
17. }
18. $penyakit[$j] = $rsI['kode_penyakit'];
19. $j++;
20. }
21. $arrayHasil[$i][0]['name'] = $penyakit;
22. $arrayHasil[$i][0]['value'] = $densitasTertinggi;
23. $arrayHasil[$i][1]['name'] = array(0);
24. $arrayHasil[$i][1]['value'] = $plausability;
25. } else {
26. $penyakit = array();
27. $densitasTertinggi = 0;
28. $plausability = 0;
29. $sqlI=mysql_query("SELECT kode_penyakit, kode_gejala, nilai
30. FROM gejala_penyakit WHERE kode_gejala='$gejala' ORDER BY
31. nilai DESC");
32. $j = 0;
33. while($rsI=mysql_fetch_array($sqlI)) {
34. if($j==0) {
35. $densitasTertinggi = $rsI['nilai'];
36. $plausability = 1-$densitasTertinggi;
37. }
38. $penyakit[$j] = $rsI['kode_penyakit'];
39. $j++;
40. }
41. $arrayHasil[$i][0]['name'] = $penyakit;
42. $arrayHasil[$i][0]['value'] = $densitasTertinggi;
43. $arrayHasil[$i][1]['name'] = array(0);
44. $arrayHasil[$i][1]['value'] = $plausability;
45. $arrayKombinasi = array();
46. $k = 0;
47. foreach ($arrayHasil[$i-1] as $key1 => $array1v) {
48. foreach ($arrayHasil[$i] as $key2 => $array2v) {
49. if($array1v['name'][0]!="0" and $array2v['name'][0]!="0") {
```

```

50. $irisan1 =
51. array_intersect($array1v['name'],$array2v['name']);
52. if(count($irisan1) > 0){
53. $arrayKombinasi[$k]['name'] = $irisan1;
54. } else {
55. $arrayKombinasi[$k]['name'] = array(1);
56. }
57. } else if($array1v['name'][0]!="0" and
58. $array2v['name'][0]=="0"){
59. $arrayKombinasi[$k]['name'] = $array1v['name']
60. } else if($array1v['name'][0]=="0" and
61. $array2v['name'][0]!="0") {
62. $arrayKombinasi[$k]['name'] = $array2v['name'];
63. } else if($array1v['name'][0]=="0" and
64. $array2v['name'][0]=="0"){
65. $arrayKombinasi[$k]['name'] = array(0); //plausability
66. }
67. $arrayKombinasi[$k]['value'] =
68. $array1v['value']*$array2v['value'];
69. $k++;
70. }
71. }
72. $yangSama = array();
73. $penyebut = 0;
74. $m = 0;
75. for($k=0;$k<count($arrayKombinasi);$k++){
76. if (in_array($k, $yangSama)) continue;
77. $pembilang = $arrayKombinasi[$k]['value'];
78. $penyebutYgSama = array();
79. for($l=$k+1;$l<count($arrayKombinasi);$l++){
80. asort($arrayKombinasi[$k]['name']);
81. asort($arrayKombinasi[$l]['name']);
82. if(implode(",",$arrayKombinasi[$k]['name'])==implode(",",$
83. $arrayKombinasi[$l]['name'])){
84. $pembilang += $arrayKombinasi[$l]['value'];
85. array_push($yangSama, $l);
86. } else {
87. if(implode(",",$arrayKombinasi[$k]['name'])==1 &&
88. in_array($k, $penyebutYgSama)==false){
89. $penyebut += $arrayKombinasi[$k]['value'];
90. array_push($penyebutYgSama, $k);
91. }
92. }
93. }
94. if(array_key_exists(0, $arrayKombinasi[$k]['name'])){
95. if ($arrayKombinasi[$k]['name'][0]==1) continue;
96. }
97. $arrayHasil[$i][$m]['name'] = $arrayKombinasi[$k]['name'];
98. $arrayHasil[$i][$m]['value'] = number_format($pembilang/(1-
99. $penyebut),5, '.', '');
100. }

```

Source Code 5.1 Implementasi Proses Perhitungan Metode *Dempster-Shafer*
 Penjelasan *source code* implementasi proses perhitungan metode
Dempster-Shafer pada Source Code 5.1 yaitu.

- Baris 1 – 2 : Melakukan pengecekan gejala. Gejala harus diisi.
 Baris 3 – 4 : Pengulangan gejala sebanyak gejala yang dimasukkan

- Baris 5 – 8 : Deklarasi variabel jika masukan hanya satu gejala
- Baris 9-11 : Mengambil fakta gejala sesuai dengan masukan dari pengguna
- Baris 12 – 15 : Mencari *belief* (nilai densitas tertinggi)
- Baris 16 – 17 : Menghitung nilai *plausibility*
- Baris 18 – 20 : Memanggil nama penyakit sesuai densitas tertinggi
- Baris 21 – 24 : Set data masukan satu gejala
- Baris 25 – 28 : Deklarasi variabel perhitungan jika gejala lebih dari satu
- Baris 29 – 31 : Mengambil fakta gejala sesuai dengan masukan dari pengguna
- Baris 32 – 35 : Mencari densitas tertinggi
- Baris 36 – 37 : Menghitung *plausibility*
- Baris 38 – 40 : Memanggil nama penyakit sesuai densitas tertinggi gejala pertama
- Baris 41 – 46 : Deklarasi variabel perhitungan jika gejala ke-n
- Baris 47 – 93 : Proses mendapatkan m kombinasi
- Baris 94 – 100 : Proses menghitung nilai kombinasi densitas untuk mendapatkan nilai densitas baru

Tabel 5.4 Implementasi sistem berdasarkan manualisasi perancangan

Kasus	Gejala yang Diderita	Hasil diagnosa manualisasi	Nilai densitas manualisasi	Hasil diagnosa sistem	Nilai densitas sistem	Keterangan
1.	<ul style="list-style-type: none"> • Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan (G11) 	Penyakit moler, penyakit antraknosa	Penyakit Moler, penyakit Antraknosa	0,75 0,25	0,75 0,25	Karena hanya 1 gejala yang dimasukkan maka semua kemungkinan dimasukkan diurutkan berdasarkan nilai kepercayaan tertinggi



<p>2.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan (G11) • Bercak tidak beraturan (G18) 	<p>Penyakit Antraknosa</p>	<p>Penyakit Antraknosa</p>	<p>0,5625</p>	<p>0,5625</p>	<p>Nilai tertinggi untuk kasus dua gejala ini yaitu penyakit antraknosa dengan nilai 0,5625</p>
<p>3</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan (G11) • Bercak tidak beraturan (G18) • Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah(G03) 	<p>Penyakit Antraknosa</p>	<p>Penyakit Antraknosa</p>	<p>0.7312</p>	<p>0.7312</p>	<p>Nilai tertinggi untuk kasus dua gejala ini yaitu penyakit antraknosa dengan nilai 0.7312</p>

5.3.3 Implementasi Antarmuka

Antarmuka aplikasi sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah ini digunakan pengguna untuk berinteraksi dengan sistem perangkat lunak yang dibangun. Implementasi antarmuka terdiri dari halaman-halaman pada sistem yang telah dibangun berdasarkan bab perancangan sub bab 4.2.5 antarmuka. Berikut ini merupakan tampilan dari implementasi antarmuka sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah.



1. Tampilan Halaman Utama

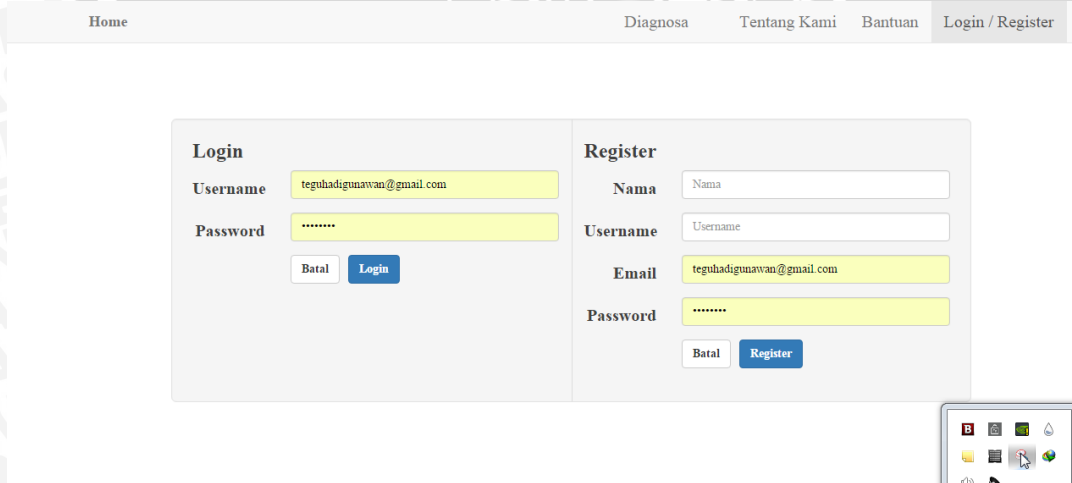
Halaman utama sistem pakar berisi tentang informasi-informasi yang berhubungan dengan penyakit tanaman bawang merah. Pada halaman ini terdapat menu-menu Home, Diagnosa, Tentang Kami, Bantuan, dan Login/Registrasi. Halaman utama ini dapat diakses oleh semua pengguna. Tampilan halaman utama ditunjukkan pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Tampilan Halaman Utama

2. Tampilan Halaman Registrasi

Halaman registrasi disediakan bagi pengguna umum (PU) yang ingin melakukan pendaftaran ke dalam sistem, karena syarat utama untuk melakukan diagnosa adalah pengguna harus terdaftar lebih dahulu ke dalam sistem. Pada halaman ini pengguna umum diminta untuk mengisi data registrasi yang terdiri dari nama, email, dan password seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.5.



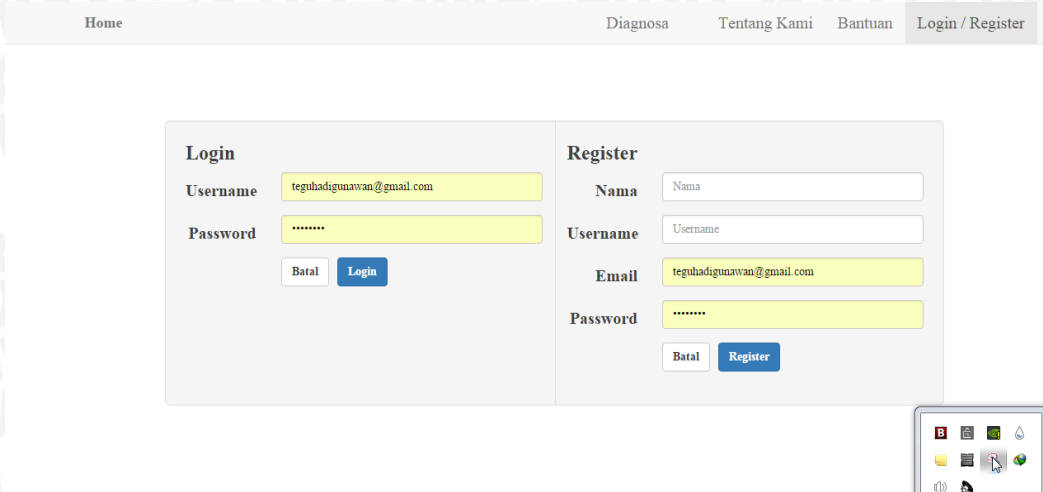
Gambar 5.5 Tampilan Halaman Registrasi

3. Tampilan Halaman Login

Halaman login disediakan bagi Pengguna Terdaftar (PT), Pakar (PA), dan Knowledge Engineer (KE) agar pengguna dapat masuk ke dalam sistem dan dapat



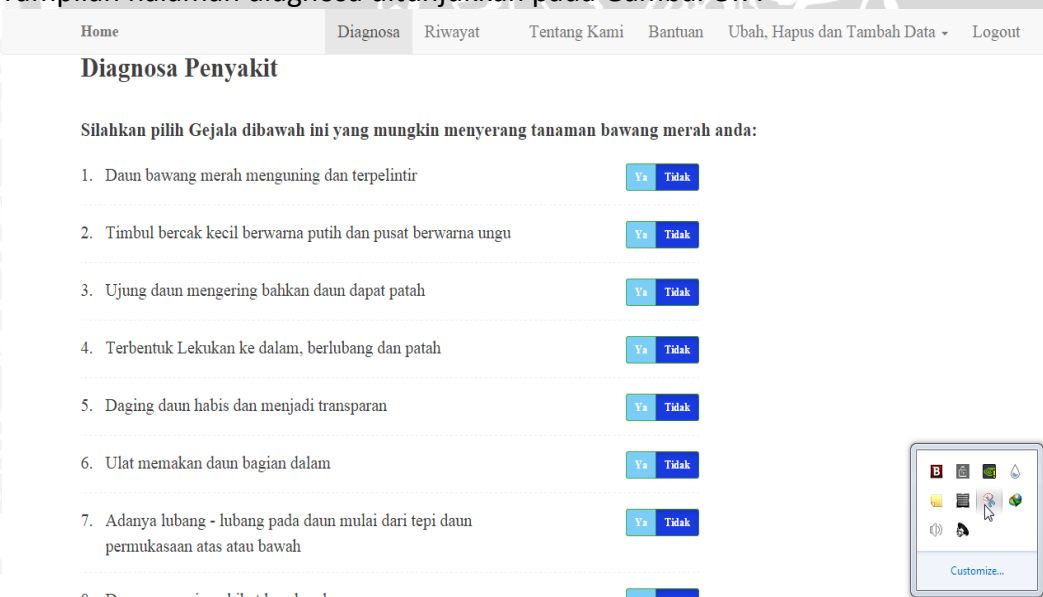
menggunakan sistem pakar. Pada menu ini pengguna diminta untuk memasukkan *email* dan *password* sesuai dengan data yang diisi pada saat melakukan registrasi. Tampilan halaman *login* ditunjukkan pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Tampilan Halaman *Login*

4. Tampilan Halaman Diagnosa

Halaman ini dapat diakses oleh pengguna terdaftar, pakar, dan *knowledge engineer*. Pada halaman ini pengguna dapat *melakukan* diagnosa penyakit tanaman bawang merah dengan memilih data gejala sesuai dengan kondisi pasien. Tampilan halaman diagnosa ditunjukkan pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Tampilan Halaman Diagnosa

5. Tampilan Halaman Tentang Kami

Halaman tentang kami berisi tentang informasi dan profil singkat tentang sistem pakar yang dibangun. Tampilan halaman tentang kami ditunjukkan pada Gambar 5.8.

Tentang Kami

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit dan Hama Tanaman Bawang Merah Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*

Sistem pakar adalah suatu sistem yang dapat mengadopsi pengetahuan manusia ke dalam komputer agar sistem dapat menyelesaikan sebuah permasalahan seperti yang dilakukan oleh pakar.

Sistem ini dapat bertindak sebagaimana konsultan yang cerdas pada lingkungan di bidang tertentu berdasarkan pengetahuan yang digabungkan dari beberapa pakar.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit dan Hama pada Tanaman Bawang Merah Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*. Aplikasi ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai jenis penyakit dan hama yang menyerang tanaman bawang merah berdasarkan gejala-gejala yang diinputkan. Sehingga dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* ini diharapkan dapat memberikan tingkat jaminan pada hasil klasifikasi dan hasil akurasi yang tinggi.



Gambar 5.8 Tampilan Halaman Tentang Kami

6. Tampilan Halaman Bantuan

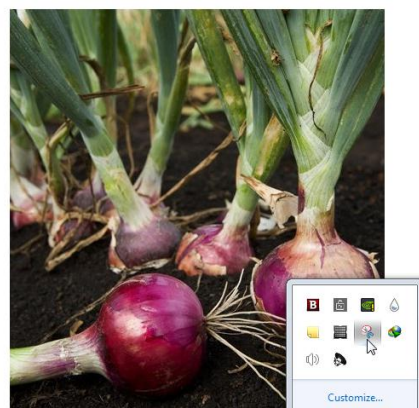
Halaman bantuan berisi tentang langkah-langkah penggunaan sistem bagi pengguna seperti cara melakukan diagnosa tentang penyakit tanaman bawang merah. Halaman ini dibuat bertujuan untuk membantu pengguna yang masih awam dalam menggunakan sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah. Tampilan halaman bantuan ditunjukkan pada Gambar 5.9.

Bantuan konsultasi

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit dan hama Tanaman bawang Merah Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*

Jika ingin melakukan konsultasi tentang penyakit dan hama pada tanaman bawang merah, maka Anda harus melakukan [login](#) terlebih dahulu sebagai member dengan mengisi username dan password. Apabila belum menjadi member maka lakukan [registrasi](#) dengan mengisi data diri sesuai dengan identitas Anda. Setelah melakukan registrasi Anda dapat langsung melakukan konsultasi dengan sistem kami.

Terimakasih



Gambar 5.9 Tampilan Halaman Bantuan

7. Tampilan Halaman Awal Pengguna Terdaftar

Setelah berhasil melakukan registrasi dan login, pengguna terdaftar dapat menggunakan sistem untuk mendiagnosa penyakit tanaman bawang merah. Pada halaman awal pengguna terdaftar ini terdapat beberapa menu, yaitu menu Diagnosa, Riwayat, Tentang Kami, Bantuan, dan Logout. Tampilan halaman awal pengguna terdaftar ditunjukkan pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Tampilan Halaman Awal Pengguna Terdaftar

8. Tampilan Halaman Riwayat Diagnosa

Halaman riwayat diagnosa berisi histori tentang diagnosa-diagnosa yang dilakukan pengguna sebelumnya. Informasi dalam riwayat diagnosa berupa nama, tanggal diagnosa, gejala, penyakit, dan solusi. Tampilan halaman riwayat ditunjukkan pada Gambar 5.11.

No	Username	Tanggal	Gejala	Penyakit	Solusi	
1	pakar	2016-01-12 20:28:53	Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah, Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah	Penyakit Antraknosa/Otomatis	1. Apabila tanaman terkena hujan atau embun, segera disiram air bersih untuk menurangi penularan spora penyakit yang menempel pad daun. 2. Pengendalian dengan menggunakan fungisida selektif dengan do	
2	pakar	2016-01-12 22:05:36	Umbi dihasilkan berukuran sangat kecil, Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping, Bercak/pustul hitam	Penyakit Layu/Moler	Solusi Moler	
3	pakar	2016-01-12 23:26:55	Timbul bercak kecil berwarna putih dan pusat berwarna ungu, Daun mengering akibat korokan larva, Mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu dan membusuk	Penyakit Layu/Moler	Solusi Moler	
4	pakar	2016-01-12 23:26:55	Adanya lubang-lubang pada daun mulai dari tepi	Penyakit Layu/Moler	Solusi Moler	

Gambar 5.11 Tampilan Halaman Riwayat Diagnosa

9. Tampilan Halaman Awal Pakar

Halaman awal pakar terdapat beberapa menu, yaitu Home, Diagnosa, Riwayat, Tentang Kami, Bantuan, Master Data, dan Logout. Tampilan halaman awal pakar ditunjukkan pada Gambar 5.12.





Gambar 5.12 Tampilan Halaman Awal Pakar

10. Tampilan Halaman *Knowledge Engineer*

Halaman awal *knowledge engineer* terdapat beberapa menu, yaitu Home, Diagnosa, Riwayat, Tentang Kami, Bantuan, Master Data, dan Logout. Tampilan halaman awal *knowledge engineer* ditunjukkan pada Gambar 5.13.













Gambar 5.13 Tampilan Halaman Awal *Knowledge Engineer*

11. Tampilan Halaman Data Penyakit dan Solusi Penanganan

Halaman data penyakit dan solusi penanganan merupakan halaman yang hanya dapat diakses oleh pakar dan *knowledge engineer*. Pada halaman ini pakar dan *knowledge engineer* dapat melakukan pengolahan data penyakit dan solusi penanganan berupa tambah, ubah, dan hapus. Tampilan halaman data penyakit dan solusi penanganan ditunjukkan pada Gambar 5.14.

















Home Diagnosa Riwayat Tentang Kami Bantuan Ubah, Hapus dan Tambah Data ▾ Logout				
Data Penyakit Tambah				
#	Kode	Penyakit	Nama Penyakit	Solusi
1	P1	Penyakit Layu/Moler	Solusi Moler...	 
2	P2	Penyakit Trotol	Apabila tanaman terkena hujan atau embun, segera disiram air bersih ntuk mengurangi penularan spora penyakit menempelpada daun....	 
3	P3	Penyakit Antraknosa/Otomatis	1. Apabila tanaman terkena hujan atau embun, segera disiram air bersih untuk menurangi penularan spora penyakit yang menempel pad daun. 2. Pengendalian dengan menggunakan fungisida selektif dengan do...	 
4	P4	Hama Ulat Bawang (Spodoptera Exigua)	Cara pengendaliannya dapat menggunakan light trap (lampu perangkap) menggunakan lampu TL 10 watt yang dipasang 2 minggu sebelum tanam dan dinyalakan mulai jam 18.00 hingga 24.00 dalam satu hektar dipa...	 
5	P5	Hama Lalat Bawang Liriomyza Chinesis	Cara Pengendaliannya menggunakan perangkatp kuning berperekat (oli) ukuran 16 cm x 16 cm, kemudian ditempelkan pada triplek atau kaleng, dipasang pada tiang bambu tinggi maksimum 60 cm. Jumlah perangk...	 

Gambar 5.14 Tampilan Halaman Data Penyakit Dan Solusi Penanganan

12. Tampilan Halaman Data Gejala

Halaman data gejala merupakan halaman yang hanya dapat diakses oleh pakar dan *knowledge engineer*. Pada halaman ini pakar dan *knowledge engineer* dapat melakukan pengolahan data gejala berupa tambah, ubah, dan hapus. Tampilan halaman data gejala ditunjukkan pada Gambar 5.15.

Home Diagnosa Riwayat Tentang Kami Bantuan Ubah, Hapus dan Tambah Data ▾ Logout				
Data Gejala Tambah				
#	Kode Gejala	Nama Gejala		
1	G01	Daun bawang merah menguning dan terpelintir	 	
2	G02	Timbul bercak kecil berwarna putih dan pusat berwarna ungu	 	
3	G03	Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah	 	
4	G04	Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah	 	
5	G05	Daging daun habis dan menjadi transparan	 	
6	G06	Ulat memakan daun bagian dalam	 	
7	G07	Adanya lubang - lubang pada daun mulai dari tepi daun permukaan atas atau bawah	 	
8	G08	Daun mengering akibat korokan larva	 	
9	G09	Hampir seluruh helaian daun penuh kerokan	 	
10	G10	Umbi dihasilkan berukuran sangat kecil	 	

Gambar 5.15 Tampilan Halaman Data Gejala

13. Tampilan Halaman Data Densitas

Halaman data densitas merupakan halaman yang hanya dapat diakses oleh pakar dan *knowledge engineer*. Pada halaman ini pakar dan *knowledge engineer* dapat melakukan pengolahan data densitas berupa tambah, ubah, dan hapus data berupa gejala, penyakit, dan nilai densitas. Kelola data densitas sebagai dasar perhitungan *Dempster-Shafer* dilakukan pada halaman ini. Tampilan halaman data gejala penyakit ditunjukkan pada Gambar 5.16.

Home							Diagnosa	Riwayat	Tentang Kami	Bantuan	Ubah, Hapus dan Tambah Data ▾	Logout
Data Densitas											Tambah	
#	Kode Penyakit	Nama Penyakit	Kode Gejala	Nama Gejala	Nilai Densitas							
1	P1	Penyakit Layu/Moler	G17	Tanaman kurus kekuningan dan busuk bagian pangkal	0.5							
2	P1	Penyakit Layu/Moler	G11	Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan	0.75							
3	P1	Penyakit Layu/Moler	G01	Daun bawang merah menguning dan terpelintir	0.9							
4	P1	Penyakit Layu/Moler	G12	Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping	0.75							
5	P1	Penyakit Layu/Moler	G02	Timbul bercak kecil berwarna putih dan pusat berwarna ungu	0.75							
6	P1	Penyakit Layu/Moler	G16	Mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu dan membusuk	0.75							
7	P1	Penyakit Layu/Moler	G04	Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah	0.25							
8	P2	Penyakit Trotol	G18	Bercak tidak beraturan	0.75							

Gambar 5.16 Tampilan Halaman Data Densitas

14. Tampilan Halaman Data Riwayat Diagnosa

Halaman data riwayat diagnosa merupakan halaman yang hanya dapat diakses oleh pakar dan *knowledge engineer*. Pada halaman ini pakar dan *knowledge engineer* dapat melihat semua riwayat diagnosa pasien, namun kelola data yang dapat dilakukan hanya hapus data. Tampilan halaman data riwayat diagnosa ditunjukkan pada Gambar 5.17.

Home							Diagnosa	Riwayat	Tentang Kami	Bantuan	Ubah, Hapus dan Tambah Data ▾	Logout
Data Riwayat Diagnosa												
#	Username	Tanggal	Gejala	Penyakit	Solusi							
1	pakar	2016-01-12 20:28:53	Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah, Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah	Penyakit Antraknosa/Otomatis	1. Apabila tanaman terkena hujan atau embun, segera disiram air bersih untuk menurangi penularan spora penyakit yang menempel pad daun. 2. Pengendalian dengan menggunakan fungisida selektif dengan do							
2	pakar	2016-01-12 20:28:53	Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah, Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah	Penyakit Layu/Moler	Selvi Mole							

Gambar 5.17 Tampilan Halaman Data Riwayat Diagnosa

15. Tampilan Halaman Data Pengguna

Halaman data pengguna merupakan halaman yang hanya dapat *knowledge engineer*. Pada halaman ini *knowledge engineer* dapat melihat semua data pengguna yang telah terdaftar pada sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah. Pada halaman ini *knowledge engineer* dapat melakukan

pengolahan data pengguna berupa tambah, ubah, dan hapus. Tampilan halaman data pengguna ditunjukkan pada Gambar 5.18.

Home Diagnosa Riwayat Tentang Kami Bantuan Ubah, Hapus dan Tambah Data ▾ Logout

Data Pengguna

[Tambah](#)

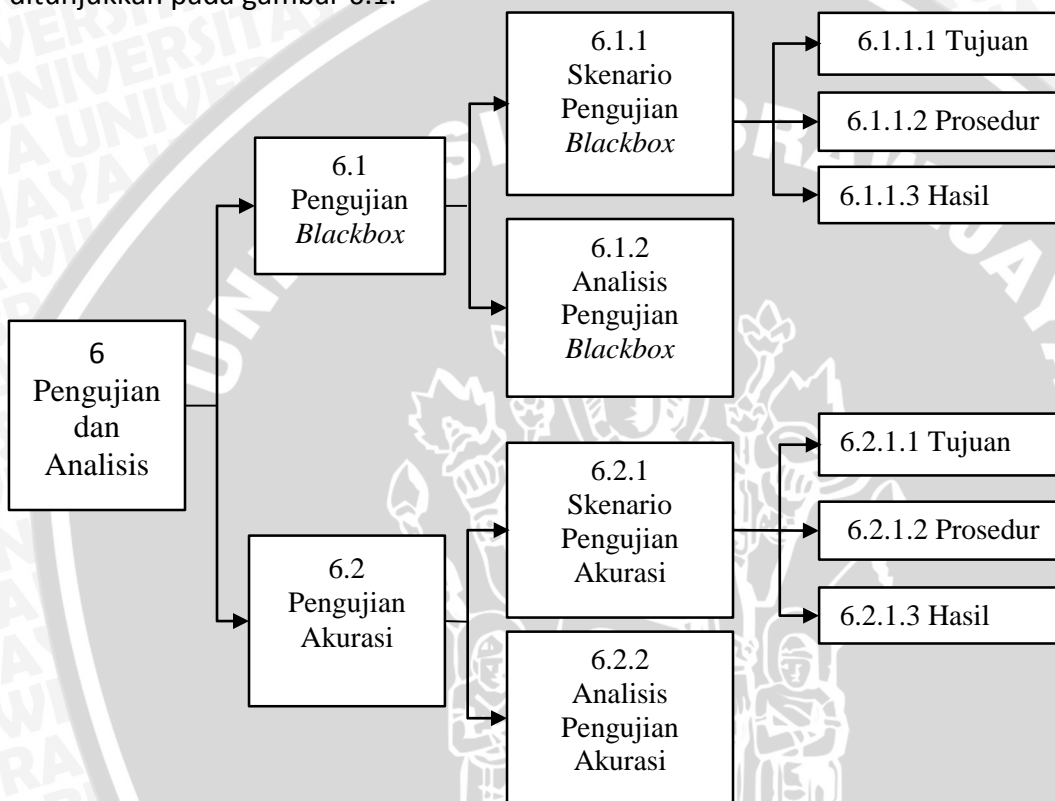
#	Nama	Username	Email	Password	status		
1	Sistem	KE	Ke@gmail.com	123ke	Knowledge Engineer		
2	pakar jarak pagar	pakar	pakar@gmail.com	pakar123	Pakar		
3	Teguh Adi Gunawan	teguh	teguhadiGunawan@gmail.com	teguh123	Pengguna		

Gambar 5.18 Tampilan Halaman Data Pengguna



BAB VI PENGUJIAN

Bab ini membahas mengenai pengujian dan analisis terhadap sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Proses pengujian meliputi dua tahap yaitu pengujian *Blackbox* dan pengujian akurasi. Pengujian *Blackbox* digunakan untuk menguji fungsionalitas sistem pakar yang dibangun, sedangkan pengujian akurasi digunakan untuk menguji tingkat akurasi antara perhitungan kasus dari pakar dengan perhitungan kasus yang telah diimplementasikan menjadi sistem pakar. Pohon pengujian ditunjukkan pada gambar 6.1.



Gambar 6.1 Pohon Pengujian

6.1 Pengujian *Blackbox*

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang skenario pengujian *Blackbox* berdasarkan daftar kebutuhan sistem. Pengujian *Blackbox* adalah pengujian yang dilakukan terhadap sistem untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun telah sesuai dengan daftar kebutuhan sub bab 4.1.2 Analisa Kebutuhan Masukan. Pengujian *Blackbox* tidak menekankan pada jalannya algoritma sistem, namun lebih kepada menemukan kesesuaian antara hasil kinerja dari sistem pakar yang telah dibangun dengan daftar kebutuhan pengguna. Pengujian ini hanya mengevaluasi hanya dari tampilan luarnya tanpa mengetahui apa yang sesungguhnya terjadi dalam proses detailnya.

6.1.1 Skenario Pengujian *Blackbox*

Sub bab berikut akan menjelaskan tentang tujuan, prosedur, serta hasil akhir yang diperoleh dari skenario pengujian pertama yang merupakan skenario pengujian *blackbox* atau pengujian fungsionalitas. Pada pengujian *blackbox* ini

akan dilakukan pengamatan terhadap cara kerja sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah menggunakan metode *Dempster-Shafer* secara eksternal.

6.1.1.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian *blackbox* adalah untuk mengetahui apakah kinerja sistem sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dalam pengujian ini juga dapat diketahui apakah fitur-fitur yang terdapat pada sistem sudah dapat berjalan dengan baik dan tidak *error*.

6.1.1.2 Prosedur

Prosedur pengujian *blackbox* ini dilakukan dengan cara membuat kasus uji untuk setiap daftar kebutuhan sistem yang telah ditentukan. Setiap kasus uji daftar kebutuhan sistem akan berisi tentang nama kasus uji yang dilakukan, tujuan pengujian, prosedur pengujian, dan hasil yang diharapkan. Adapun kasus uji yang digunakan untuk pengujian *blackbox* adalah sebagai berikut.

a. Kasus Uji Registrasi Pengguna Umum

Kasus uji registrasi menjelaskan tentang pengujian fungsionalitas proses registrasi seperti yang ditunjukkan pada tabel 6.1.

Tabel 6.1 Penjelasan Kasus Uji Registrasi Pengguna Umum

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Registrasi Pengguna Umum
Tujuan Pengujian	Memastikan bahwa sistem dapat menerima data registrasi berupa nama, <i>username</i> , email, dan <i>password</i> .
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna masuk ke halaman utama 2. Pengguna menekan memilih menu registrasi 3. Pengguna mengisi data registrasi (nama, <i>username</i>, email, dan <i>password</i>) 4. Pengguna menekan tombol register.
Hasil yang Diharapkan	1. Sistem dapat menyimpan data register pengguna umum ke dalam <i>database</i>

Tabel 6.2 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji registrasi pengguna umum.

Tabel 6.2 Pengujian *Blackbox* Kasus Uji Registrasi Pengguna Umum

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Memasukan data registrasi yang tidak lengkap.	Nama: - Username: (isi) Password: (isi)	Sistem akan menolak dan memberikan peringatan	Sistem menolak dan memberikan peringatan	Valid
2	Memasukan data registrasi lengkap.	Nama: (isi) Username: (isi) Email: (isi) Password: (isi)	Sistem akan menerima dan menyimpan data registrasi ke dalam <i>database</i>	Sistem menerima dan menyimpan data registrasi ke dalam <i>database</i>	Valid

b. Kasus Uji Login

Kasus uji login menjelaskan tentang pengujian fungsionalitas proses login seperti yang ditunjukkan pada tabel 6.3.

Tabel 6.3 Penjelasan Kasus Uji Login

Nama Kasus Uji	Kasus uji Login
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan fungsional untuk kebutuhan masuk ke dalam sistem dengan tujuan agar pengguna dapat menggunakan sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah sesuai dengan hak akses yang dimilikinya.
Prosedur Uji	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dijalankan ketika program dieksekusi 2. Pengguna akan langsung dihadapkan dengan halaman <i>login</i> 3. Pengguna mengisi <i>username</i> dan <i>password</i> pada kolom yang disediakan 4. Pengguna menekan tombol login.
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat mengakses <i>database</i> sistem 2. Sistem dapat melakukan pemeriksaan data login yang telah dimasukan oleh pengguna 3. Sistem dapat menampilkan pesan peringatan ketika data login yang dimasukan tidak sesuai dengan data login yang tersimpan pada database sistem 4. Sistem dapat menampilkan halaman utama sesuai dengan hak akses masing-masing pengguna.

Tabel 6.4 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji login.

Tabel 6.4 Pengujian *Blackbox* Kasus Uji Proses Login

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1.	Mengosongkan semua field, atau salah satu field lalu menekan tombol Login	Username: - Password: -	Sistem akan menolak akses login dan menampilkan " <i>Please fill out this field</i> "	Sistem dapat menolak akses login dan menampilkan " <i>Please fill out this field</i> "	Valid
2.	Memasukan dengan salah satu data benar dan salah satu data salah, kemudian	Username: (benar) Password: (salah)	Sistem akan menolak akses login dan menampilkan pesan " <i>Username</i>	Sistem dapat menolak akses login dan menampilkan pesan " <i>Username</i>	Valid

	menekan tombol Login		atau password Anda salah!"	atau password Anda salah!"	
3.	Memasukan data dengan benar lalu menekan tombol Login	Email: (benar) Password: (benar)	Sistem akan menerima akses login dan menampilkan halaman sesuai hak akses pengguna	Sistem dapat menerima akses login dan menampilkan halaman sesuai hak akses pengguna	Valid

- c. Kasus Uji Proses Diagnosa Penyakit Tanaman bawang merah
 Kasus uji diagnosa penyakit tanaman bawang merah menjelaskan pengujian fungsionalitas sistem untuk mendiagnosa penyakit. Diganosa penyakit tanaman bawang merah ini hanya dapat dilakukan oleh pengguna terdaftar, pakar, dan *knowledge engineer* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.5.

Tabel 6.5 Penjelasan Kasus Uji Proses Diagnosa Penyakit Tanaman bawang merah

Nama Kasus Uji	Kasus uji diagnosa penyakit tanaman bawang merah
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan fungsional untuk proses diagnosa penyakit tanaman bawang merah. Sistem pakar dapat menerima masukan berupa fakta gejala, mengolah dengan metode <i>Dempster-Shafer</i> , dan memberikan keluaran berupa solusi penanganan.
Prosedur Uji	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai pengguna terdaftar, pakar, dan <i>knowledge engineer</i> masuk pada halaman diagnosa. 2. Pengguna memilih fakta gejala pada tanaman bawang merah yang terkena penyakit 3. Pengguna menekan tombol Diagnosa 4. Sistem memproses masukan pengguna 5. Sistem memberikan keluaran berupa solusi penanganan
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan hasil diagnosa penyakit apa yang menyerang 2. Sistem dapat menampilkan solusi penanganan berdasarkan penyakit apa yang berhasil didiagnosa.

Tabel 6.6 merupakan tabel kasus pengujian *blackbox* untuk kasus uji diagnosa penyakit tanaman bawang merah.

Tabel 6.6 Pengujian *Blackbox* Kasus Uji Proses Diagnosa Penyakit Tanaman Bawang Merah

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1.	Masuk ke dalam halaman diagnosa dengan hak akses sebagai pengguna umum, pakar, dan <i>knowledge engineer</i> .	Memilih gejala penyakit	Sistem akan memproses masukan pengguna	Sistem dapat memproses masukan pengguna	Valid
2.	Menerima keluaran sistem	Keluaran sistem pakar	Sistem akan memberikan keluaran berupa diagnosa dan solusi penanganan	Sistem dapat memberikan keluaran berupa diagnosa dan solusi penanganan	Valid

d. Kasus Uji Tambah Data Gejala

Kasus uji tambah gejala menjelaskan tentang pengujian fungsionalitas proses tambah gejala seperti yang ditunjukkan pada tabel 6.7.

Tabel 6.7 Penjelasan Kasus Uji Tambah Data Gejala

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Tambah Data Gejala
Tujuan Pengujian	Memastikan bahwa sistem pakar yang dibangun dapat menerima data gejala baru dan disimpan ke dalam <i>database</i> .
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai pakar dan <i>knowledge engineer</i> melakukan <i>login</i> 2. Pengguna memilih menu data gejala 3. Pengguna menekan tombol tambah data gejala 4. Pengguna memasukkan data gejala baru 5. Pengguna menekan tombol simpan
Hasil yang Diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan halaman tambah data gejala 2. Sistem dapat menyimpan data gejala baru ke dalam <i>database</i>

Tabel 6.8 merupakan tabel kasus pengujian *blackbox* untuk kasus uji tambah data gejala tanaman Bawang merah.

Tabel 6.8 Pengujian *Blackbox* Kasus Uji Tambah Data Gejala

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Melakukan <i>login</i> (PA dan KE)	Menekan tombol tambah	Sistem akan menampilkan	Sistem dapat menampilkan halaman	Valid

		data gejala	halaman tambah data gejala	tambah data gejala	
2	Pengguna mengisi data gejala baru	Menekan tombol simpan	Sistem akan menyimpan data gejala baru ke dalam <i>database</i>	Sistem dapat menyimpan data gejala baru ke dalam <i>database</i>	Valid

e. Kasus Uji Ubah Data Gejala

Kasus uji ubah data gejala menjelaskan tentang pengujian fungsionalitas proses ubah data gejala seperti yang ditunjukkan pada tabel 6.9.

Tabel 6.9 Penjelasan Kasus Uji Ubah Data Gejala

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Ubah Data Gejala
Tujuan Pengujian	Memastikan bahwa sistem dapat mengubah data gejala yang sudah ada dan disimpan ke dalam <i>database</i> .
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai pakar dan <i>knowledge engineer</i> melakukan <i>login</i>. 2. Pengguna memilih menu data gejala 3. Pengguna menekan tombol Ubah data gejala 4. Pengguna melakukan perubahan data gejala 5. Pengguna menekan tombol simpan
Hasil yang Diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan data gejala 2. Sistem dapat menyimpan perubahan data gejala ke dalam <i>database</i>

Skenario pengujian *blackbox* pada kasus uji ubah data gejala ditunjukkan pada tabel 6.10.

Tabel 6.10 Pengujian *Blackbox* Kasus Uji Ubah Data Gejala

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Melakukan <i>login</i> (PA dan KE)	Menekan tombol ubah data gejala	Sistem akan menampilkan data gejala yang akan diubah	Sistem dapat menampilkan data gejala yang akan diubah	Valid
2	Pengguna mengubah data gejala	Menekan tombol simpan	Sistem akan menyimpan data gejala yang telah diubah ke dalam <i>database</i>	Sistem dapat menyimpan data gejala yang telah diubah ke dalam <i>database</i>	Valid

f. Kasus Uji Hapus Data Gejala

Kasus uji hapus data gejala menjelaskan tentang pengujian fungsionalitas proses hapus data gejala seperti yang ditunjukkan pada tabel 6.11.

Tabel 6.11 Penjelasan Kasus Uji Hapus Data Gejala

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Hapus Data Gejala
Tujuan Pengujian	Memastikan bahwa sistem dapat menghapus data gejala dari <i>database</i> .
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai pakar dan <i>knowledge engineer</i> melakukan <i>login</i>. 2. Pengguna memilih menu data gejala 3. Pengguna menekan tombol hapus pada data gejala yang akan dihapus
Hasil yang Diharapkan	1. Sistem dapat menghapus data gejala dari <i>database</i>

Skenario pengujian *blackbox* pada kasus uji hapus data gejala ditunjukkan pada tabel 6.12.

Tabel 6.12 Pengujian *Blackbox* Kasus Uji Hapus Data Gejala

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Melakukan <i>login</i> (PA dan KE)	Menekan tombol hapus data gejala	Sistem akan menghapus data gejala dari <i>database</i>	Sistem menghapus data gejala dari <i>database</i>	Valid

g. Kasus Uji Tambah Data Penyakit dan Solusi Penanganan

Kasus uji tambah data penyakit dan solusi penanganan menjelaskan tentang pengujian fungsionalitas proses tambah data penyakit dan solusi penanganan seperti yang ditunjukkan pada tabel 6.13.

Tabel 6.13 Penjelasan Kasus Uji Tambah Data Penyakit dan Solusi Penanganan

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Tambah Data Penyakit dan Solusi Penanganan
Tujuan Pengujian	Memastikan bahwa sistem dapat menerima data penyakit dan solusi penanganan baru dan disimpan ke dalam <i>database</i> .
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai pakar dan <i>knowledge engineer</i> melakukan <i>login</i>. 2. Pengguna memilih menu data penyakit dan solusi penanganan 3. Pengguna menekan tombol tambah data penyakit dan solusi penanganan 4. Pengguna memasukkan data penyakit dan solusi penanganan baru 5. Pengguna menekan tombol simpan
Hasil yang Diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan halaman tambah data penyakit dan solusi penanganan 2. Sistem dapat menyimpan data penyakit dan solusi penanganan baru ke dalam <i>database</i>

Skenario pengujian *blackbox* pada kasus uji tambah data penyakit dan solusi penanganan ditunjukkan pada tabel 6.14.

Tabel 6.14 Pengujian *Blackbox* Kasus Uji Tambah Data Penyakit dan Solusi Penanganan

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Melakukan <i>login</i> (PA dan KE)	Menekan tombol tambah data penyakit dan solusi penanganan	Sistem akan menampilkan halaman tambah data penyakit dan solusi penanganan	Sistem dapat menampilkan halaman tambah data penyakit dan solusi penanganan	Valid
2	Pengguna mengisi data penyakit dan solusi penanganan baru	Menekan tombol simpan	Sistem akan menyimpan data penyakit dan solusi penanganan baru ke dalam <i>database</i>	Sistem dapat menyimpan data penyakit dan solusi penanganan baru ke dalam <i>database</i>	Valid

- h. Kasus Uji Ubah Data Penyakit dan Solusi Penanganan
 Pengujian *blackbox* pada kasus uji ubah data penyakit dan solusi penanganan ditunjukkan pada tabel 6.15.

Tabel 6.15 Penjelasan Kasus Uji Ubah Data Penyakit dan Solusi Penanganan

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Ubah Data Penyakit dan Solusi Penanganan
Tujuan Pengujian	Memastikan bahwa sistem dapat mengubah data penyakit dan solusi penanganan kemudian disimpan ke dalam <i>database</i> .
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai pakar dan <i>knowledge engineer</i> melakukan <i>login</i>. 2. Pengguna memilih menu data penyakit dan solusi penanganan 3. Pengguna menekan tombol ubah data penyakit dan solusi penanganan 4. Pengguna melakukan perubahan data penyakit dan solusi penanganan 5. Pengguna menekan tombol simpan
Hasil yang Diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan data penyakit dan solusi penanganan 2. Sistem dapat menyimpan perubahan data penyakit dan solusi penanganan ke dalam <i>database</i>

Skenario pengujian *blackbox* pada kasus uji ubah data penyakit dan solusi penanganan ditunjukkan pada tabel 6.16.

Tabel 6.16 Pengujian *Blackbox* Kasus Uji Ubah Data Penyakit Dan Solusi Penanganan

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Melakukan <i>login</i> (PA dan KE)	Menekan tombol ubah data penyakit dan solusi penanganan	Sistem akan menampilkan data penyakit dan solusi penanganan yang akan diubah	Sistem dapat menampilkan data penyakit dan solusi penanganan yang akan diubah	Valid
2	Pengguna mengubah data penyakit dan solusi penanganan	Menekan tombol simpan	Sistem akan menyimpan data penyakit dan solusi penanganan yang telah diubah ke dalam <i>database</i>	Sistem dapat menyimpan data penyakit dan solusi penanganan yang telah diubah ke dalam <i>database</i>	Valid

i. Kasus Uji Hapus Data Penyakit dan Solusi Penanganan
 Pengujian *blackbox* pada kasus uji hapus data penyakit dan solusi penanganan ditunjukkan pada tabel 6.17.

Tabel 6.17 Penjelasan Kasus Uji Hapus Data Penyakit dan Solusi Penanganan

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Hapus Data Penyakit dan Solusi Penanganan
Tujuan Pengujian	Memastikan bahwa sistem dapat menghapus data Penyakit dan Solusi Penanganan dari <i>database</i> .
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai pakar dan <i>knowledge engineer</i> melakukan <i>login</i>. 2. Pengguna memilih menu data penyakit dan solusi penanganan 3. Pengguna menekan tombol hapus pada data penyakit dan solusi penanganan yang akan dihapus
Hasil yang Diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 4. Sistem dapat menghapus data penyakit dan solusi penanganan dari <i>database</i>

Skenario pengujian *blackbox* pada kasus uji hapus data penyakit dan solusi penanganan ditunjukkan pada tabel 6.18.

Tabel 6.18 Pengujian *Blackbox* Kasus Uji Hapus Data Penyakit Dan Solusi Penanganan

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Melakukan <i>login</i> (PA dan KE)	Menekan tombol hapus data penyakit dan solusi penanganan	Sistem akan menghapus data penyakit dan solusi penanganan dari <i>database</i>	Sistem dapat menghapus data penyakit dan solusi penanganan dari <i>database</i>	Valid

j. Kasus Uji Tambah Data Densitas
 Pengujian *blackbox* pada kasus uji tambah data nilai densitas ditunjukkan pada tabel 6.19.

Tabel 6.19 Penjelasan Kasus Uji Tambah Data Densitas

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Tambah Data Densitas
Tujuan Pengujian	Memastikan bahwa sistem dapat menerima data nilai densitas gejala baru kemudian disimpan ke dalam <i>database</i> .
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai pakar dan <i>knowledge engineer</i> melakukan <i>login</i>. 2. Pengguna memilih menu data densitas 3. Pengguna menekan tombol tambah data densitas 4. Pengguna memasukkan data gejala, penyakit, dan nilai densitas 5. Pengguna menekan tombol simpan
Hasil yang Diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan halaman tambah data densitas 2. Sistem dapat menyimpan data densitas baru ke dalam <i>database</i>

Skenario pengujian *blackbox* pada kasus uji tambah data densitas ditunjukkan pada tabel 6.20.

Tabel 6.20 Pengujian *Blackbox* Kasus Uji Tambah Data Densitas

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Melakukan <i>login</i> (PA dan KE)	Menekan tombol tambah	Sistem akan menampilkan halaman tambah data densitas	Sistem dapat menampilkan halaman tambah data densitas	Valid

2	Pengguna mengisi data gejala, penyakit, dan nilai densitas	Menekan tombol simpan	Sistem akan menyimpan data gejala, penyakit, dan nilai densitas ke dalam <i>database</i>	Sistem dapat menyimpan data gejala, penyakit, dan nilai densitas ke dalam <i>database</i>	Valid
---	--	-----------------------	--	---	-------

k. Kasus Uji Ubah Data Densitas

Pengujian *blackbox* pada kasus uji ubah data densitas ditunjukkan pada tabel 6.21.

Tabel 6.21 Penjelasan Kasus Uji Ubah Data densitas

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Ubah Data Densitas
Tujuan Pengujian	Memastikan bahwa sistem dapat mengubah data densitas kemudian disimpan ke dalam <i>database</i> .
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai pakar dan <i>knowledge engineer</i> melakukan <i>login</i>. Pengguna memilih menu data densitas 2. Pengguna menekan tombol <i>edit</i> data densitas 3. Pengguna melakukan perubahan data densitas 4. Pengguna menekan tombol simpan
Hasil yang Diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan data densitas 2. Sistem dapat menyimpan perubahan data densitas ke dalam <i>database</i>

Skenario pengujian *blackbox* pada kasus uji ubah densitas ditunjukkan pada tabel 6.22.

Tabel 6.22 Pengujian *Blackbox* Kasus Uji Ubah Data Densitas

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Melakukan <i>login</i> (PA dan KE)	Menekan tombol ubah data densitas	Sistem akan menampilkan data densitas yang akan diubah	Sistem dapat menampilkan data densitas yang akan diubah	Valid
2	Pengguna mengubah data densitas, gejala, dan penyakit	Menekan tombol simpan	Sistem akan menyimpan data densitas, gejala, dan penyakit ke dalam <i>database</i>	Sistem dapat menyimpan data densitas, gejala, dan penyakit ke dalam <i>database</i>	Valid

l. Kasus Uji Hapus Data Densitas

Pengujian *blackbox* pada kasus uji hapus data densitas ditunjukkan pada tabel 6.23.

Tabel 6.23 Penjelasan Kasus Uji Hapus Data Densitas

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Hapus Data Densitas
Tujuan Pengujian	Memastikan bahwa sistem dapat menghapus data densitas dari <i>database</i> .
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai pakar dan <i>knowledge engineer</i> melakukan <i>login</i>. 2. Pengguna memilih menu data densitas 3. Pengguna menekan tombol hapus pada data densitas yang akan dihapus
Hasil yang Diharapkan	1. Sistem dapat menghapus data densitas dari <i>database</i>

Skenario pengujian *blackbox* pada kasus uji hapus data densitas ditunjukkan pada tabel 6.24.

Tabel 6.24 Pengujian *Blackbox* Kasus Uji Hapus Data Gejala dan Penyakit

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Melakukan <i>login</i> (PA dan KE)	Menekan tombol hapus data densitas	Sistem akan menghapus data densitas dari <i>database</i>	Sistem dapat menghapus data densitas dari <i>database</i>	Valid

m. Kasus Uji Menampilkan Riwayat

Pengujian *blackbox* pada kasus uji menampilkan data riwayat ditunjukkan pada tabel 6.25.

Tabel 6.25 Penjelasan Kasus Uji Menampilkan Riwayat

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Menampilkan Riwayat				
Tujuan Pengujian	Memastikan bahwa sistem dapat menampilkan data riwayat pasien yang melakukan diagnosa				
Prosedur Pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai pengguna terdaftar, pakar, dan <i>knowledge engineer</i> melakukan <i>login</i> 2. Pengguna memilih menu riwayat 				
Hasil yang Diharapkan	1. Sistem dapat menampilkan data riwayat pasien				

Skenario pengujian *blackbox* pada kasus uji menampilkan data riwayat ditunjukkan pada tabel 6.26.

Tabel 6.26 Pengujian *Blackbox* Kasus Uji Tampil Data Riwayat

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Melakukan <i>login</i> (PU, PA dan KE)	Menekan tombol riwayat	Sistem akan menampilkan data riwayat diagnosa pasien	Sistem dapat menampilkan data riwayat diagnosa pasien	Valid

6.1.1.3 Hasil

Berdasarkan pengujian *blackbox* yang telah dilakukan, terbukti bahwa seluruh kebutuhan fungsional yang telah disusun sebelumnya telah berjalan

sesuai dengan hasil yang diharapkan. Hal ini membuktikan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan kebutuhan fungsional yang ada.

6.1.2 Analisis Pengujian *Blackbox*

Pengujian blackbox yang telah dilakukan membuktikan bahwa pada tahapan implementasi, fungsionalitas sistem dapat berjalan sesuai dengan daftar kebutuhan fungsional yang telah dibuat sebelumnya. Proses analisa yang dilakukan adalah dengan melihat kesesuaian antara hasil yang diharapkan dan hasil pengujian (hasil yang diperoleh), kesesuaian keduanya memiliki presentase sebesar 100%.

6.2 Pengujian Akurasi

Pengujian tingkat akurasi dilakukan untuk mengetahui performa dari sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Pengujian akurasi dilakukan dengan cara membandingkan data hasil diagnosa sistem dengan hasil diagnosa pakar.

6.2.1 Skenario Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan menggunakan 31 data uji yang diperoleh dari data kasus penyakit tanaman bawang merah. Dari 31 data uji yang ada kemudian dilakukan analisa kesesuaian antara hasil diagnosa sistem dengan hasil diagnosa yang dilakukan pakar. Pengujian ini akan menghasilkan akurasi sistem sebagai ukuran performa sistem pakar yang telah dibuat.

6.2.1.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian akurasi adalah untuk mengetahui seberapa banyak kecocokan data antara hasil diagnosa sistem dengan hasil diagnosa pakar. Pakar menetapkan 30 kasus beserta diagnosa penyakit yang nantinya hasil diagnosa tersebut akan dievaluasi dengan hasil keputusan sistem menggunakan metode *Dempster-Shafer*.

6.2.1.2 Prosedur

Prosedur pengujian tingkat akurasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil diagnosa pakar dengan hasil diagnosa sistem. Dalam pengujian ini terdapat 31 data kasus penyakit tanaman bawang merah beserta dengan diagnosa pakar. Nilai yang digunakan sebagai acuan diperoleh dari wawancara pakar yang terdapat pada lampiran.

6.2.1.3 Hasil

Hasil pengujian akurasi sistem pakar dari 31 data kasus yang telah diuji ditunjukkan pada Tabel 6.27.

Tabel 6.27 Pengujian Akurasi Hasil Diagnosa Sistem dengan Pakar

Kasus	Gejala yang Diderita	Hasil Diagnosa Pakar	Hasil Diagnosa Sistem	Nilai Densitas Sistem	Akurasi Sistem	Keterangan
1.	<ul style="list-style-type: none"> • G(1)Daun bawang merah menguning dan terpelintir • G(2)Timbul bercak kecil berwarna putih dan pusat berwarna ungu • G(3)Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah • G(7)Adanya lubang - lubang pada daun mulai dari tepi daun permukaan atas atau bawah • G(9)Hampir seluruh helaian daun penuh kerokan 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	0,05325	1	Penyakit Moler merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini

2.	<ul style="list-style-type: none"> • G(3)Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah • G(5)Daging daun habis dan menjadi transparan • G(6)Ulat memakan daun bagian dalam • G(9)Hampir seluruh helaian daun penuh kerokan 	Penyakit Trotol	Penyakit Trotol	0,21951	1	Penyakit Trotol merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
3.	<ul style="list-style-type: none"> • G(2)Timbul bercak kecil berwarna putih dan pusat berwarna ungu • G(4)Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah • G(5)Daging daun habis dan menjadi transparan • G(10)Umbi dihasilkan berukuran sangat kecil • G(12)Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	0,75	1	Penyakit moler sebagai nilai tertinggi yang memiliki nilai kepercayaan yang sama sehingga hasil sistem benar

4.	<ul style="list-style-type: none"> • G(3)Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah • G(4)Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah • G(7)Adanya lubang - lubang pada daun mulai dari tepi daun permukaan atas atau bawah • G(11)Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan 	Antraknosa	Antraknosa	0,55891	1	Antraknosa sebagai nilai tertinggi yang memiliki nilai kepercayaan yang sama sehingga hasil sistem benar
5.	<ul style="list-style-type: none"> • G(1) Daun bawang merah menguning dan terpelintir • G(4) Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah • G(7) Adanya lubang - lubang pada daun mulai dari tepi daun 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	0,18368	1	Penyakit Moler merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini

	<p>permukasaan atas atau bawah</p> <ul style="list-style-type: none"> • G(13) Menyerang tanaman 15 HST menjelang panen 					
6.	<ul style="list-style-type: none"> • G(7) Adanya lubang - lubang pada daun mulai dari tepi daun permukasaan atas atau bawah • G(9) Hampir seluruh helaian daun penuh kerokan • G(10) Umbi dihasilkan berukuran sangat kecil • G(12) Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping 	Hama Lalat Bawang	 <p>Hama Lalat bawang</p>	0,65217	1	Hama lalat bawang nilai tertinggi yang memiliki nilai kepercayaan yang sama sehingga hasil sistem benar

7.	<ul style="list-style-type: none"> • G(5) Daging daun habis dan menjadi transparan • G(8) Daun mengering akibat korokan larva • G(12) Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping • G(13) Menyerang tanaman 15 HST menjelang panen 	Ulat bawang	Ulat bawang	0,20526	1	Ulat bawang merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
8.	<ul style="list-style-type: none"> • G(11) Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan • G(12) Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	0,750	1	Penyakit Moler merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
9.	<ul style="list-style-type: none"> • G(10) Umbi dihasilkan berukuran sangat kecil • G(14) Bintik – bintik putih berupak liang 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	0,1764	1	Penyakit Moler merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini

	<p>korokan larva yang berkelok - kelok</p> <ul style="list-style-type: none"> • G(15) Tanaman yang terinfeksi akan mati dengan cepat, mendadak, dan serentak • G(16) Mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu dan membusuk 					
10.	<ul style="list-style-type: none"> • G(22) Daun berwarna coklat seperti terbakar dan masuk ke dalam umbi bawang. • G(23) bercak berwarna putih pada daun 	Ulat Bawang	Ulat bawang	0,42857	1	Ulat bawang merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
11.	<ul style="list-style-type: none"> • G(17) Tanaman kurus kekuningan dan busuk bagian pangkal • G(18) Bercak tidak beraturan • G(19) Bercak/pustul hitam 	Penyakit trotol	Penyakit Trotol	0,47368	1	trotol merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini

12.	<ul style="list-style-type: none"> • G(14)Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping • G(15) Tanaman yang terinfeksi akan mati dengan cepat, mendadak, dan serentak • G(16) Mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu dan membusuk 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	0,3333	1	Penyakit Moler merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
13.	<ul style="list-style-type: none"> • G(1) Daun bawang merah menguning dan terpelintir • G(2) Timbul bercak kecil berwarna putih dan pusat berwarna ungu • G(3) Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah • G(4) Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	0,51631	1	Penyakit Moler merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini

14.	<ul style="list-style-type: none"> • G(2) Timbul bercak kecil berwarna putih dan pusat berwarna ungu • G(3) Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah • G(4) Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah 	Penyakit Trotol	Penyakit Trotol	0,51592	1	Penyakit Trotol merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
15.	<ul style="list-style-type: none"> • G(2) Timbul bercak kecil berwarna putih dan pusat berwarna ungu • G(4) Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah • G(6) Ulat memakan daun bagian dalam 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	0,6806	1	Penyakit trotol merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
16.	<ul style="list-style-type: none"> • G(8) Daun mengering akibat korokan larva • G(9) Hampir seluruh helaian daun penuh kerokan 	Lalat bawang	Lalat Bawang	0,93750	1	Lalat bawang sebagai nilai tertinggi yang memiliki nilai kepercayaan yang sama sehingga hasil sistem benar

17.	<ul style="list-style-type: none"> • G(10) Umbi dihasilkan berukuran sangat kecil • G(11) Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan 	Ulat bawang	Penyakit moler	0,6000	0	Penyakit moler merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
18.	<ul style="list-style-type: none"> • G(11) Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan • G(12) Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping • G(13) Menyerang tanaman 15 HST menjelang panen 	Penyakit moler	Penyakit moler	0.23077	1	Penyakit moler merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
19.	<ul style="list-style-type: none"> • G(12) Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping • G(13) Menyerang tanaman 15 HST menjelang panen • G(14) Bintik – bintik putih berupak liang korokan larva yang berkelok – kelok 	Ulat bawang	Ulat Bawang	0,39131	1	Ulat Bawang merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini

20.	<ul style="list-style-type: none"> • G(14) Bintik – bintik putih berupak liang korokan larva yang berkelok - kelok • G(15) Tanaman yang terinfeksi akan mati dengan cepat, mendadak, dan serentak • G(16) Mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu dan membusuk 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	0,3333	1	Penyakit Moler merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
21.	<ul style="list-style-type: none"> • G(15) Tanaman yang terinfeksi akan mati dengan cepat, mendadak, dan serentak • G(16) Mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu dan membusuk • G(17) Tanaman kurus kekuningan dan busuk bagian pangkal 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	0,77778	1	Penyakit Moler merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini

22.	<ul style="list-style-type: none"> • G(17) Tanaman kurus kekuningan dan busuk bagian pangkal • G(19) Bercak/pustul hitam • G(22) Daun berwarna coklat seperti terbakar dan masuk ke dalam umbi bawang. 	Ulat bawang	Ulat bawang	0,43368	1	Ulat bawang sebagai nilai tertinggi yang memiliki nilai kepercayaan yang sama sehingga hasil sistem benar
23.	<ul style="list-style-type: none"> • G(3) Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah • G(19) Bercak/pustul hitam 	Antraknosa	Antraknosa	0,67500	1	Antraknosa merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
24.	<ul style="list-style-type: none"> • G(19) Bercak/pustul hitam • G(23) bercak berwarna putih pada daun 	Antraknosa	Antraknosa	0,9231	1	Antraknosa merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
25.	<ul style="list-style-type: none"> • G(21) Bercak bulat bercincin / melingkar • G(22) Daun berwarna coklat seperti terbakar 	Ulat Bawang	Ulat Bawang	0,60	1	Ulat Bawang sebagai nilai tertinggi yang memiliki nilai kepercayaan yang tertinggi sehingga hasil sistem benar

	dan masuk ke dalam umbi bawang.					
26.	<ul style="list-style-type: none"> • G(19) Bercak/pustul hitam • G(23) bercak berwarna putih pada daun 	Antraknosa	Antraknosa	0,69231	1	Antraknosa sebagai nilai tertinggi yang memiliki nilai kepercayaan yang tertinggi sehingga hasil sistem benar
27.	<ul style="list-style-type: none"> • G(20) Daun tanaman layu tiba – tiba • G(21) Bercak bulat bercincin / melingkar 	Antraknosa	Antraknosa	0,81818	1	Antraknosa merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
28.	<ul style="list-style-type: none"> • G(14) Bintik – bintik putih berupa liang korokan larva yang berkelok - kelok • G(18) Bercak tidak beraturan • G(19) Bercak/pustul hitam 	Trotol	Trotol dan antraknosa	0,47368	0	Trotol dan antraknosa merupakan nilai kepercayaan yang sama berdasarkan gejala-gejala ini

29.	<ul style="list-style-type: none"> • G(18) Bercak tidak beraturan • G(20) Daun tanaman layu tiba – tiba 	Antraknosa	Antraknosa	0,9	1	Antraknosa merupakan nilai kepercayaan tertinggi berdasarkan gejala-gejala ini
30.	<ul style="list-style-type: none"> • G(3) Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah • G(11) Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan • G(18) Bercak tidak beraturan 	Trotol	antraknosa	0.73125	0	antraknosa merupakan nilai kepercayaan yang tertinggi dan sama berdasarkan gejala-gejala ini
31	<ul style="list-style-type: none"> • G(1) Daun bawang merah menguning dan terpelintir • G(12) Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping • G(20) Daun tanaman layu tiba – tiba 	Penyakit Layu/Moler	Penyakit Layu/Moler	0,79592	1	Penyakit moler sebagai nilai tertinggi yang memiliki nilai kepercayaan terbesar sehingga hasil sistem benar

Hasil akurasi bernilai 1 berarti keluaran dari perhitungan sistem sama dengan hasil diagnosa pakar, sebaliknya jika hasil akurasi bernilai 0 artinya keluaran dari diagnosa sistem tidak sama dengan diagnosa pakar karena Sistem mengeluarkan hasil lebih dari satu jenis penyakit. Berdasarkan tabel diatas dilakukan perhitungan akurasi menggunakan persamaan 2.4 dan menghasilkan nilai akurasi sebagai berikut.

$$\text{Nilai akurasi} = \frac{28}{31} \times 100\% = 90,32\%$$

Dapat disimpulkan bahwa akurasi sistem pakar berdasarkan 31 data yang diuji adalah 93,54% menunjukkan bahwa sistem pakar ini dapat berfungsi dengan baik.

6.2.2 Analisis Pengujian Akurasi

Akurasi sistem berdasarkan 31 data uji adalah sebesar 90,32%. Pengujian ini menggunakan 31 data uji dengan gejala yang di pilih secara acak. Pengujian ini bernilai benar jika hasil diagnosa pakar sama dengan hasil diagnosa sistem. Pengujian ini bernilai salah walaupun hasil diagnosa pakar terdapat di dalam hasil diagnosa sistem yang mengeluarkan hasil diagnosa lebih dari satu penyakit.

Kesalahan diagnosa pada pengujian sebesar 9,68 % dari total 31 data uji dikarenakan terdapat perbedaan hasil diagnosa dari pakar dan sistem pada kasus diagnosa hama-penyakit ke 17, 28 dan 30. Pengujian pada kasus ke 17 dengan gejala: Umbi dihasilkan berukuran sangat kecil, Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan sistem dengan perhitungan menggunakan metode *dempster-shafer* menghitung nilai densitas tertinggi ada pada penyakit moler dengan nilai densitas 0,600, namun pakar mendiagnosa berdasarkan gejala tersebut bahwa tanaman bawang merah terkena serangan hama ulat bawang. Pengujian pada kasus ke 28 dengan gejala sebagai berikut: Bintik – bintik putih berupak liang korokan larva yang berkelok – kelok, Bercak tidak beraturan, dan bercak/pustul hitam, sistem dengan menggunakan metode *dempster-shafer* menghitung nilai densitas tertinggi ada pada penyakit Antraknosa dan penyakit trotol dengan nilai 0,47368 sebagai nilai keyakinan pada penyakit antraknosa dan penyakit trotol, namun pakar mendiagnosa berdasarkan gejala tersebut adalah penyakit Trotol. Diagnosa hama-penyakit pada Pengujian kasus ke 30 dengan gejala sebagai berikut : Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah, Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan, dan bercak tidak beraturan. sistem dengan menggunakan metode *dempster-shafer* menghitung nilai densitas tertinggi ada pada antraknosa dengan nilai 0.73125 sebagai nilai keyakinan pada penyakit antraknosa, namun pakar mendiagnosa hama-penyakit berdasarkan gejala tersebut adalah penyakit trotol. Berdasarkan perbedaan hasil diagnosa hama-penyakit pada kasus pengujian ke 17, 28 dan 30 dari pakar dan sistem, diagnosa dari sistem dikatakan salah atau bernilai 0 walaupun hasil diagnosa pakar terdapat di salah satu dari hasil diagnosa sistem pakar yang mengeluarkan lebih dari satu penyakit. Berdasarkan hasil pengujian akurasi dari sistem, metode *dempster-shafer* bisa diterapkan sebagai metode dalam sistem pakar.

BAB VII PENUTUP

Pada bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan tahap perancangan, implementasi, dan pengujian sistem.

7.1 Kesimpulan

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

1. Permodelan Sistem pakar diagnosa hama-penyakit tanaman bawang merah dengan metode *Dempster-Shafer* dapat digunakan sebagai salah satu metode untuk mendiagnosa penyakit tanaman bawang merah. Sistem ini mengolah data hama-penyakit bawang merah berdasarkan data gejala kemudian data gejala yang diinputkan dihitung dengan metode *dempster-shafer* yang menghasilkan klasifikasi hama-penyakit tanaman bawang merah.
2. Pengujian Permodelan Sistem pakar diagnosa hama-penyakit tanaman bawang merah dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* dengan 2 cara, yaitu:
 - a. Pengujian Fungsionalitas Sistem
Hasil pengujian fungsionalitas sistem pakar diagnosa tanaman bawang merah dengan metode *Dempster-Shafer* memiliki tingkat kesesuaian sebesar 100%.
 - b. Pengujian Tingkat Akurasi
Hasil pengujian akurasi sistem pakar diagnosa penyakit tanaman bawang merah menggunakan metode *Dempster-Shafer* dengan mencocokkan hasil keputusan sistem dan hasil keputusan dari PAKAR didapatkan nilai akurasi sebesar 90,32%. Akurasi diperoleh dari keberhasilan sistem mendiagnosa 28 kasus dengan benar dari 31 kasus uji dengan hasil keputusan yang sesuai dari diagnosa Pakar.

7.2 Saran

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

- a. Pada Penelitian selanjutnya sistem dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem pakar dengan fitur yang lebih lengkap berdasarkan hasil pengujian akurasi dari sistem pakar dengan menggunakan metode *dempster-shafer* ini berhasil mencapai persentase 90,32%.
- b. Diharapkan pada penelitian selanjutnya proses diagnosa hama-penyakit pada tanaman bawang merah dapat dilakukan pada jenis hama-penyakit tanaman lainnya untuk memperluas cakupan proses diagnosa.
- c. Diharapkan pada penelitian selanjutnya model dari sistem pakar yang dibuat dapat diuji oleh user umum sehingga penerapan sistem pakar diagnosa hama-penyakit bawang merah bisa di terapkan di masyarakat umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliah. 2011. "Hama dan Penyakit pada tanaman bawang Merah".
- Aggraeni, Daria. 2015. "*Sistem Pakar Untuk Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Tebu Dengan Metode FUZZY – AHP*". Malang, Brawijaya
- Maseleno, Andino, dkk. 2012. *Skin Infection Detection using Dempster-Shafer Theory*.
- Trisnawati, Depi, dkk. 2013. "*Aplikasi Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Diabetes Melitus Menggunakan Metode Dhemster Shafer*".
- Kurniawati, Dewi P..2012. "*Implementasi Metode Dempster Shafer Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Jenis-jenis Penyakit Diabetes Melitus*".
- Wahyuni, Elyza Gusti, dkk. 2013. "*Prototype Sistem Pakar untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Koroner dengan Metode Dempster-Shafer (Studi Kasus: RS. PKU Muhammadiyah Yogyakarta)*".
- Udiarto, Bagus K dkk. 2005. "*Pengenalan Hama dan Penyakit pada Tanaman Bawang Merah dan Pengendaliannya*". BPTS
- Hasbullah, Sairi M. 2013. "*Wawancara Lensa Indonesia*".
- Hestningsih ,ldhawati, 2009. "*KECERDASAN BUATAN*"
- Tuswanto. 2013. "*Sistem Pakar untuk mendiagnosa hama dan penyakit tanaman bawang merah menggunakan metode certainty factor*". Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- Pitojo, Setijo. 2003. "*Benih Bawang Merah*". Yogyakarta, Kanisius.
- Kusrini. 2008. "*Aplikasi Sistem Pakar*". ANDI. Yogyakarta
- Prihatini, Putu Manik. 2011. "*Metode Ketidakpastian Dan Kesamaran Dalam Sistem Pakar*". Lontar Komputer, Vol.2, No.1, Hal.29-42.
- Arhami, Muhammad. 2005. "*Konsep Dasar Sistem Pakar*". Penerbit Andi. Yogyakarta
- Subagyo, Untung. "*Expert System*". Bahan Ajar UGM. Yogyakarta
- Yuwono, B., Wayuningsih, W.P. & Hafsah., 2014. "*Sistem Pakar Berbasis Web Untuk Diagnosa Penyakit Tanaman Anggrek Menggunakan Metode Certainty Factor*". Yogyakarta, UPN "Veteran".
- Giarratano, J. and Riley G., 2005, *Expert Sistems ; Principles and Programming*, PWS Publishing Company, Boston.

LAMPIRAN 1

HASIL WAWANCARA

Tempat : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur

Tanggal : 29 Februari 2016

Nama Pakar : Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S.

No	Pertanyaan	Jawaban Pakar
1	Apakah di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur ini terdapat budidaya tanaman bawang merah?	Ya, di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur ini ada budidaya tanaman bawang merah.
2	Apakah tanaman bawang merah di BPTP memiliki beberapa kendala seperti serangan hama penyakit?	Ya, terdapat beberapa tanaman bawang merah yang terserang hama penyakit.
3	Hama penyakit apa sajakah hama dan penyakit yang menyerang pada tanaman bawang merah?	Banyak, ada hama lalat bawang, hama lalat bawang, penyakit moler, penyakit trotol dan penyakit antraknose.
4	Saya ingin meneliti tentang hama penyakit tanaman bawang merah untuk di aplikasikan ke dalam sistem pakar, hama penyakit apa sajakah yang terdapat pada tanaman bawang merah?	Banyak, tetapi terdapat 2 hama dan 3 penyakit utama pada tanaman bawang merah yang dapat menyebabkan kegagalan panen.
5	Apa sajakah parameter yang digunakan untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman bawang merah?	Parameternya yaitu berdasarkan gejala setiap hama penyakit yang ada pada tanaman bawang merah tersebut.

Mengetahui,

Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S.

LAMPIRAN 2

DATA ATURAN PENYAKIT TANAMAN BAWANG MERAH

Tempat : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur

Tanggal : 29 Februari 2016

Nama Pakar : Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S.

Kode	Gejala	Hama/penyakit
G1	Daun bawang merah menguning dan terpelintir	Penyakit layu
G2	Timbul bercak kecil berwarna putih dan pusat berwarna ungu	Penyakit layu, penyakit trotol
G3	Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah	Penyakit trotol, penyakit antraknose
G4	Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah	Penyakit antraknose
G5	Daging daun habis dan menjadi transparan	Hama ulat bawang
G6	Ulat memakan daun bagian dalam	Hama ulat bawang
G7	Adanya lubang - lubang pada daun mulai dari tepi daun permukaan atas atau bawah	Hama lalat bawang
G8	Daun mengering akibat korokan larva	Hama lalat bawang
G9	Hampir seluruh helaian daun penuh kerokan	Hama lalat bawang
G10	Umbi dihasilkan berukuran sangat kecil	Hama ulat bawang
G11	Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan	Penyakit layu, Hama ulat bawang
G12	Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping	Penyakit layu
G13	Menyerang tanaman 15 HST menjelang panen	Hama ulat bawang
G14	Bintik – bintik putih berupa liang korokan larva yang berkelok – kelok	Hama lalat bawang
G15	Tanaman yang terinfeksi akan mati dengan cepat, mendadak, dan serentak	Penyakit antraknose
G16	Mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu dan membusuk	Penyakit layu
G17	Tanaman kurus kekuningan dan busuk bagian pangkal	penyakit layu

G18	Bercak tidak beraturan	Penyakit trotol, penyakit antraknose
G19	Bercak/pustul hitam	Penyakit trotol
G20	Daun tanaman layu tiba – tiba	Penyakit trotol
G21	Bercak bulat bercincin / melingkar	Penyakit trotol
G22	Daun berwarna coklat seperti terbakar dan masuk ke dalam umbi bawang.	Penyakit antraknose
G23	bercak berwarna putih pada daun	Penyakit trotol

Mengetahui,

Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S.



LAMPIRAN 3

DATA NILAI BOBOT GEJALA PENYAKIT TANAMAN BAWANG MERAH

Tempat : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur

Tanggal : 29 Februari 2016

Nama Pakar : Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S.

No.	Gejala	Nilai Densitas Gejala tiap penyakit				
		P1	P2	P3	P4	P5
1	Daun bawang merah menguning dan terpelintir	0,9	0	0	0	0
2.	Timbul bercak kecil berwarna putih dan pusat berwarna ungu	0,75	0,9	0	0	0
3.	Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah	0	0,9	0,5	0	0
4.	Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah	0	0	0,9	0	0
5.	Daging daun habis dan menjadi transparan	0	0	0	0,75	0
6.	Ulat memakan daun bagian dalam	0	0	0	0,5	0
7.	Adanya lubang - lubang pada daun mulai dari tepi daun permukaan atas atau bawah	0	0	0	0	0,75
8.	Daun mengering akibat korokan larva	0	0	0		0,75
9.	Hampir seluruh helaian daun penuh kerokan	0	0	0	0	0,75
10.	Umbi dihasilkan berukuran sangat kecil	0	0	0	0,5	0
11.	Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan	0,75	0	0,25	0	0
12.	Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping	0,75	0	0	0	0
13.	Menyerang tanaman 15 HST menjelang panen	0	0	0	0,9	0
14.	Bintik – bintik putih berupak liang korokan larva yang berkelok – kelok	0	0	0	0	0,5

15	Tanaman yang terinfeksi akan mati dengan cepat, mendadak, dan serentak	0	0	0,5	0	0
16	Mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu dan membusuk	0,75	0	0	0	0
17	Tanaman kurus kekuningan dan busuk bagian pangkal	0,5	0	0	0	0
18	Bercak tidak beraturan	0	0,75	0,25	0	0
19	Bercak/pustul hitam	0	0,25	0	0	0
20	Daun tanaman layu tiba – tiba	0	0,9	0	0	0
21	Bercak bulat bercincin / melingkar	0	0,5	0	0	0
22	Daun berwarna coklat seperti terbakar dan masuk ke dalam umbi bawang.	0	0	0	0,75	0
23	bercak berwarna putih pada daun	0	0	0,75	0	0

Mengetahui,



Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S.

LAMPIRAN 4

DATA KASUS UJI

Tempat : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur

Tanggal : 29 Februari 2016

Nama Pakar : Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S.

Kasus	Gejala yang Diderita	Hasil Diagnosa Pakar	Hasil Diagnosa Sistem	Akurasi Sistem
1.	<ul style="list-style-type: none"> • G(1)Daun bawang merah menguning dan terpelintir • G(2)Timbul bercak kecil berwarna putih dan pusat berwarna ungu • G(3)Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah • G(7)Adanya lubang - lubang pada daun mulai dari tepi daun permukaan atas atau bawah • G(9)Hampir seluruh helaian daun penuh kerokan 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	1
2.	<ul style="list-style-type: none"> • G(3)Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah • G(5)Daging daun habis dan menjadi transparan • G(6)Ulat memakan daun bagian dalam • G(9)Hampir seluruh helaian daun penuh kerokan 	Penyakit Trotol	Penyakit Trotol	1
3.	<ul style="list-style-type: none"> • G(2)Timbul bercak kecil berwarna putih dan pusat berwarna ungu 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	1

	<ul style="list-style-type: none"> • G(4)Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah • G(5)Daging daun habis dan menjadi transparan • G(10)Umbi dihasilkan berukuran sangat kecil • G(12)Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping 			
4.	<ul style="list-style-type: none"> • G(3)Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah • G(4)Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah • G(7)Adanya lubang - lubang pada daun mulai dari tepi daun permukaan atas atau bawah • G(11)Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan 	Antraknosa	Antraknosa	1
5.	<ul style="list-style-type: none"> • G(1) Daun bawang merah menguning dan terpelintir • G(4) Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah • G(7) Adanya lubang - lubang pada daun mulai dari tepi daun permukaan atas atau bawah • G(13) Menyerang tanaman 15 HST menjelang panen 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	1
6.	<ul style="list-style-type: none"> • G(7) Adanya lubang - lubang pada daun mulai 	Hama Lalat Bawang	Hama Lalat bawang	1

	<p>dari tepi daun permukaan atas atau bawah</p> <ul style="list-style-type: none"> • G(9) Hampir seluruh helaian daun penuh kerokan • G(10) Umbi dihasilkan berukuran sangat kecil • G(12) Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping 			
7.	<ul style="list-style-type: none"> • G(5) Daging daun habis dan menjadi transparan • G(8) Daun mengering akibat korokan larva • G(12) Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping • G(13) Menyerang tanaman 15 HST menjelang panen 	Ulat bawang	Ulat bawang	1
8.	<ul style="list-style-type: none"> • G(11) Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan • G(12) Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	1
9.	<ul style="list-style-type: none"> • G(10) Umbi dihasilkan berukuran sangat kecil • G(14) Bintik – bintik putih berupak liang korokan larva yang berkelok - kelok • G(15) Tanaman yang terinfeksi akan mati 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	1

	<p>dengan cepat, mendadak, dan serentak</p> <ul style="list-style-type: none"> • G(16) Mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu dan membusuk 			
10.	<ul style="list-style-type: none"> • G(22) Daun berwarna coklat seperti terbakar dan masuk ke dalam umbi bawang. • G(23) bercak berwarna putih pada daun 	Ulat Bawang	Ulat bawang	1
11.	<ul style="list-style-type: none"> • G(17) Tanaman kurus kekuningan dan busuk bagian pangkal • G(18) Bercak tidak beraturan • G(19) Bercak/pustul hitam 	Penyakit trotol	Penyakit Trotol	1
12.	<ul style="list-style-type: none"> • G(14)Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping • G(15) Tanaman yang terinfeksi akan mati dengan cepat, mendadak, dan serentak • G(16) Mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu dan membusuk 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	1
13.	<ul style="list-style-type: none"> • G(1) Daun bawang merah menguning dan terpelintir • G(2) Timbul bercak kecil berwarna putih dan pusat berwarna ungu • G(3) Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	1

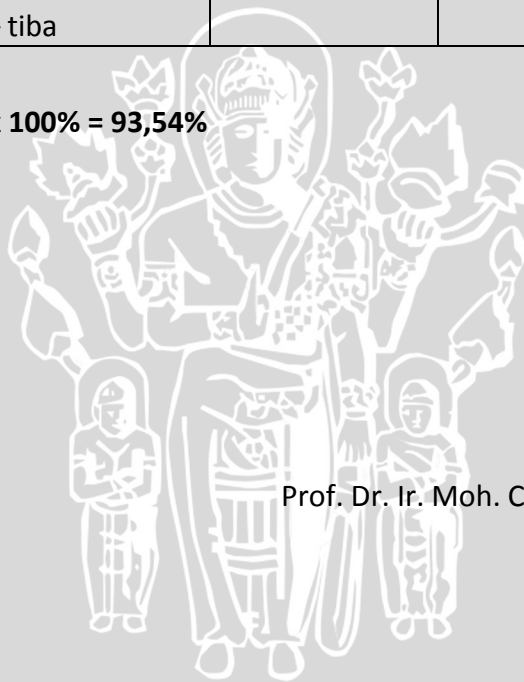
	<ul style="list-style-type: none"> • G(4) Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah 			
14.	<ul style="list-style-type: none"> • G(2) Timbul bercak kecil berwarna putih dan pusat berwarna ungu • G(3) Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah • G(4) Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah 	Penyakit Trotol	Penyakit Trotol	1
15.	<ul style="list-style-type: none"> • G(2) Timbul bercak kecil berwarna putih dan pusat berwarna ungu • G(4) Terbentuk Lekukan ke dalam, berlubang dan patah • G(6) Ulat memakan daun bagian dalam 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	1
16.	<ul style="list-style-type: none"> • G(8) Daun mengering akibat korokan larva • G(9) Hampir seluruh helaian daun penuh kerokan 	Lalat bawang	Lalat Bawang	1
17.	<ul style="list-style-type: none"> • G(10) Umbi dihasilkan berukuran sangat kecil • G(11) Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan 	Ulat bawang	Penyakit Moler	0
18.	<ul style="list-style-type: none"> • G(11) Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan • G(12) Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping • G(13) Menyerang tanaman 15 HST menjelang panen 	Ulat Bawang	Ulat Bawang	1
19.	<ul style="list-style-type: none"> • G(12) Pembusukan berawal dari dasar umbi 	Ulat bawang	Ulat Bawang	1

	<ul style="list-style-type: none"> meluas ke atas dan ke samping • G(13) Menyerang tanaman 15 HST menjelang panen • G(14) Bintik – bintik putih berupa liang korokan larva yang berkelok – kelok 			
20.	<ul style="list-style-type: none"> • G(14) Bintik – bintik putih berupa liang korokan larva yang berkelok - kelok • G(15) Tanaman yang terinfeksi akan mati dengan cepat, mendadak, dan serentak • G(16) Mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu dan membusuk 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	1
21.	<ul style="list-style-type: none"> • G(15) Tanaman yang terinfeksi akan mati dengan cepat, mendadak, dan serentak • G(16) Mudah tercabut karena pertumbuhan akar terganggu dan membusuk • G(17) Tanaman kurus kekuningan dan busuk bagian pangkal 	Penyakit Moler	Penyakit Moler	1
22.	<ul style="list-style-type: none"> • G(17) Tanaman kurus kekuningan dan busuk bagian pangkal • G(19) Bercak/pustul hitam • G(22) Daun berwarna coklat seperti terbakar dan masuk ke dalam umbi bawang. 	Ulat bawang	Ulat bawang	1

23.	<ul style="list-style-type: none"> • G(3) Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah • G(19) Bercak/pustul hitam 	Antraknosa	Antraknosa	1
24.	<ul style="list-style-type: none"> • G(19) Bercak/pustul hitam • G(23) bercak berwarna putih pada daun 	Antraknosa	Antraknosa	1
25.	<ul style="list-style-type: none"> • G(21) Bercak bulat bercincin / melingkar • G(22) Daun berwarna coklat seperti terbakar dan masuk ke dalam umbi bawang. 	Ulat Bawang	Ulat Bawang	1
26.	<ul style="list-style-type: none"> • G(19) Bercak/pustul hitam • G(23) bercak berwarna putih pada daun 	Antraknosa	Antraknosa	1
27.	<ul style="list-style-type: none"> • G(20) Daun tanaman layu tiba – tiba • G(21) Bercak bulat bercincin / melingkar 	Antraknosa	Antraknosa	1
28.	<ul style="list-style-type: none"> • G(14) Bintik – bintik putih berupa liang korokan larva yang berkelok - kelok • G(18) Bercak tidak beraturan • G(19) Bercak/pustul hitam 	Trotol	Trotol dan antraknosa	0
29.	<ul style="list-style-type: none"> • G(18) Bercak tidak beraturan • G(20) Daun tanaman layu tiba – tiba 	Antraknosa	Antraknosa	1

30.	<ul style="list-style-type: none"> • G(3) Ujung daun mengering bahkan daun dapat patah • G(11) Umbi membusuk, berwarna kuning lalu merah kecoklatan • G(18) Bercak tidak beraturan 	Trotol	antraknosa	0
31	<ul style="list-style-type: none"> • G(1) Daun bawang merah menguning dan terpelintir • G(12) Pembusukan berawal dari dasar umbi meluas ke atas dan ke samping • G(20) Daun tanaman layu tiba – tiba 	Penyakit Layu/Moler	Penyakit Layu/Moler	

Hasil Akurasi : $29/31 \times 100\% = 93,54\%$



Mengetahui,

Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S.