

**SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN
JAGUNG DENGAN METODE DEMPSTER SHAFER**

Tugas Akhir

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

Mencapai derajat sarjana S-1 Program Studi Teknik Informatika



Oleh:

Kurnia Mulia Khoirunnisak

F1D016048

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MATARAM

2020

TUGAS AKHIR

SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN JAGUNG DENGAN METODE DEMPSTER SHAFER

Oleh :

KURNIA MULIA KHOIRUNNISAK

F1D016048

Telah diperiksa oleh Tim Pembimbing :

1. Pembimbing Utama



Tanggal: 28/07/2020

Prof. Dr. Eng. I Gede Pasek Suta Wijaya, ST., MT.
NIP. 197311302000031001

2. Pembimbing Pendamping



Tanggal: 27/07/2020

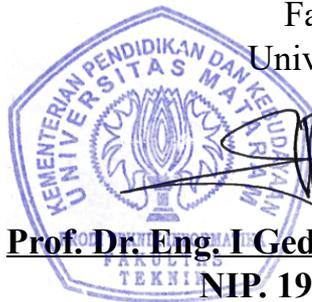
Arik Aranta, S.Kom., M.Kom.
NIP. 199402202019031004

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Informatika

Fakultas Teknik

Universitas Mataram



Prof. Dr. Eng. I Gede Pasek Suta Wijaya, ST., MT.
NIP. 197311302000031001

TUGAS AKHIR

SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN JAGUNG DENGAN METODE DEMPSTER SHAFER

Oleh :

KURNIA MULIA KHOIRUNNISAK

F1D016048

Telah diujikan di depan penguji
Pada tanggal 27 Juli 2020
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Teknik Informatika

Susunan Tim Penguji :

1. Penguji 1



Tanggal: 27/07/2020

Gibran Satya Nugraha, S.Kom., M.Eng.
NIP. 199203232019031012

2. Penguji 2



Tanggal: 27/07/2020

Fitri Bimantoro, ST., M.Kom.
NIP. 198606222015041002

3. Penguji 3



Tanggal: 27/07/2020

Ramaditia Dwiyanaputra, S.T., M.Eng.
NIP. -

Mataram, 28 Juli 2020

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Mataram



Abdulhadi, ST., M.Sc Eng., Ph.D.
NIP. 196812311994121001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Mataram, Juli 2020

Kurnia Mulia Khoirunnisak

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Pengasih dan Penyayang atas segala berkat, bimbingan, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul “*Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Tanaman Jagung dengan Metode Dempster Shafer*”.

Tugas Akhir ini dilaksanakan di Laboratorium *Artificial Intelligent*, Program Studi Teknik Informatika UNRAM. Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk menerapkan Metode *Dempster-Shafer* pada sistem pakar penyakit pada tanaman jagung, sehingga dapat diketahui performa dari metode yang digunakan. Tugas Akhir ini juga merupakan salah satu persyaratan kelulusan guna mencapai gelar kesarjanaan di Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik UNRAM.

Akhir kata semoga tidaklah terlampau berlebihan, bila penulis berharap agar karya ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Mataram, Juli 2020

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat bimbingan dan dukungan ilmiah maupun materil dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Kedua orang tua saya, dan seluruh keluarga yang telah mendukung dan mendoakan.
2. Bapak Prof. Dr.Eng. I Gede Pasek Suta Wijaya, ST.MT. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi kepada penulis selama mengerjakan Tugas Akhir.
3. Bapak Arik Aranta, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah turut memberikan ide, saran, arahan, serta motivasi kepada penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir.
4. Bapak Gibran Satya Nugraha, S.Kom., M.Eng. selaku Dosen Penguji I, Bapak Fitri Bimantoro, S.T., M.Kom. selaku Dosen Penguji II, Bapak Ramaditia Dwiyanaputra, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji III, yang telah memberikan saran dan arahan kepada penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir.
5. Bapak Prof. Ir. M. Taufik Fauzi, M.Sc., Ph.D. selaku pakar utama, Bapak Irwan Hidayat, SP. dan Bapak Jaswandi, SP. selaku pakar pendamping yang telah membantu penulis dalam pengumpulan data penelitian.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Informatika angkatan 2016, yang turut mendukung dan membantu.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bimbingan dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan imbalan yang setimpal atas bantuan yang diberikan kepada penulis.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
PRAKATA	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Teori Penunjang.....	8
2.2.1 Sistem Pakar	8
2.2.2 <i>Dempster Shafer</i>	11
2.2.2.1 Perhitungan <i>Dempster Shafer</i>	13
2.2.3 Tanaman Jagung	15
2.2.4 Penyakit pada Tanaman Jagung	16
2.2.5 PHP	19
2.2.6 MySQL	20
2.2.7 <i>CodeIgniter</i>	20
2.2.8 <i>Bootstrap</i>	20

BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Alat dan Bahan	21
3.1.1 Alat	21
3.1.2 Bahan	21
3.2 Proses Penelitian.....	21
3.3 Arsitektur Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Tanaman Jagung	23
3.4 Nilai <i>Belief</i> Suatu Gejala terhadap Suatu Penyakit	27
3.5 Proses Perhitungan	27
3.6 Perancangan Diagram.....	31
3.6.1 Perancangan <i>Use Case Diagram</i>	31
3.6.2 Perancangan ERD (<i>Entity Relationship Diagram</i>)	31
3.7 Rancangan Antarmuka Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Tanaman Jagung	32
3.7.1 Antarmuka Beranda.....	32
3.7.2 Antarmuka Menu Konsultasi Penyakit.....	33
3.7.3 Antarmuka Menu Info Penyakit	34
3.7.4 Antarmuka Menu <i>Login</i> Admin	35
3.7.5 Antarmuka Beranda Admin	35
3.7.6 Antarmuka Menu Data Penyakit	36
3.7.7 Antarmuka Menu Data Gejala	38
3.7.8 Antarmuka Menu Data Relasi	38
3.8 Teknik Pengujian Sistem	39
3.8.1 Pengujian <i>Black Box</i>	39
3.8.2 Pengujian dengan “Perhitungan Teoritis”	40
3.8.3 Pengujian Akurasi Sistem	40
3.8.4 Pengujian MOS (<i>Mean Opinion Score</i>)	41
3.9 Jadwal Kegiatan.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Implementasi <i>Database</i> Sistem	43
4.1.1 Struktur Tabel Penyakit.....	43
4.1.2 Struktur Tabel Gejala.....	44
4.1.3 Struktur Tabel Relasi	44
4.1.4 Struktur Tabel Admin.....	45
4.2 Implementasi Sistem Pakar	45

4.2.1 Halaman Beranda Utama.....	45
4.2.2 Halaman Diagnosa Penyakit.....	46
4.2.3 Halaman Hasil Diagnosa	47
4.2.4 Halaman Info Penyakit	47
4.2.5 Halaman Detail Info Penyakit	47
4.2.6 Halaman Tentang Sistem.....	48
4.2.7 Halaman <i>Login</i> Admin	49
4.2.8 Halaman Beranda Admin	49
4.2.9 Halaman Data Penyakit	50
4.2.10 Halaman Data Gejala.....	52
4.2.11 Halaman Data Relasi	54
4.3 Pengujian Sistem	56
4.3.1 Pengujian <i>Black Box</i>	56
4.3.2 Pengujian dengan “Perhitungan Teoritis”	59
4.3.3 Pengujian Akurasi Sistem.....	63
4.3.4 Pengujian MOS (<i>Mean Opinion Score</i>).....	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur dan komponen-komponen sistem pakar	9
Gambar 2.2 Tanaman jagung	15
Gambar 2.3 Penyakit bulai pada tanaman jagung	16
Gambar 2.4 Penyakit karat daun pada tanaman jagung	17
Gambar 2.5 Penyakit bercak daun pada tanaman jagung.....	17
Gambar 2.6 Penyakit busuk batang pada tanaman jagung	18
Gambar 2.7 Penyakit gosong pada tanaman jagung.....	19
Gambar 2.8 Penyakit mosaik pada tanaman jagung.....	19
Gambar 2.9 Logo PHP	19
Gambar 2.10 Logo MySQL.....	20
Gambar 2.11 Logo <i>CodeIgniter</i>	20
Gambar 2.12 Logo <i>Bootsrap</i>	20
Gambar 3.1 Diagram alir proses penelitian sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung	22
Gambar 3.2 Arsitektur sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung.....	24
Gambar 3.3 Diagram alir sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung.	26
Gambar 3.4 Algoritma proses perhitungan menggunakan metode <i>Dempster- Shafer</i>	27
Gambar 3.5 <i>Use case diagram</i> sistem pakar diagnosa penyakit tanaman jagung.	31
Gambar 3.6 ERD sistem pakar diagnosa penyakit tanaman jagung.....	31
Gambar 3.7 Rancangan antarmuka beranda.....	33
Gambar 3.8 Rancangan antarmuka menu konsultasi penyakit.....	33
Gambar 3.9 Rancangan antarmuka hasil diagnosa penyakit	34
Gambar 3.10 Rancangan antarmuka menu info penyakit	34
Gambar 3.11 Rancangan antarmuka penyakit yang dipilih	35
Gambar 3.12 Rancangan antarmuka menu login	35
Gambar 3.13 Rancangan antarmuka beranda admin.....	36
Gambar 3.14 Rancangan antarmuka menu data penyakit	36
Gambar 3.15 Rancangan antarmuka halaman tambah penyakit	37
Gambar 3.16 Rancangan antarmuka halaman <i>edit</i> penyakit	37

Gambar 3.17 Rancangan antarmuka untuk hapus penyakit	38
Gambar 3.18 Rancangan antarmuka menu data gejala	38
Gambar 3.19 Rancangan antarmuka menu data relasi	39
Gambar 4.1 Struktur <i>database</i> jagung	43
Gambar 4.2 Struktur tabel penyakit	43
Gambar 4.3 Struktur tabel gejala	44
Gambar 4.4 Struktur tabel relasi	44
Gambar 4.5 Struktur tabel admin	45
Gambar 4.6 Halaman beranda utama	46
Gambar 4.7 Halaman diagnosa penyakit	46
Gambar 4.8 Halaman hasil diagnosa	47
Gambar 4.9 Halaman info penyakit	47
Gambar 4.10 Halaman detail info penyakit	48
Gambar 4.11 Halaman tentang sistem	48
Gambar 4.12 Halaman <i>login</i> admin.....	49
Gambar 4.13 Tampilan <i>logout</i> admin	49
Gambar 4.14 Halaman beranda admin	50
Gambar 4.15 Halaman data penyakit	50
Gambar 4.16 Halaman tambah data penyakit	51
Gambar 4.17 Halaman <i>edit</i> data penyakit	51
Gambar 4.18 Tampilan hapus data penyakit	52
Gambar 4.19 Halaman data gejala	52
Gambar 4.20 Halaman tambah data gejala	53
Gambar 4.21 Halaman <i>edit</i> data gejala	53
Gambar 4.22 Tampilan hapus data gejala	54
Gambar 4.23 Halaman data relasi	54
Gambar 4.24 Halaman tambah data relasi	55
Gambar 4.25 Halaman <i>edit</i> data relasi	55
Gambar 4.26 Tampilan hapus data relasi	56
Gambar 4.27 Hasil diagnosa sistem untuk pengujian dengan “perhitungan teoritis”	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai alternatif jawaban kuesioner.....	13
Tabel 2.2 Contoh kasus yang akan diselesaikan dengan metode <i>Dempster-Shafer</i>	13
Tabel 2.3 Aturan kombinasi m3 untuk contoh kasus perhitungan <i>Dempster-Shafer</i>	14
Tabel 2.4 Aturan kombinasi m5 untuk contoh kasus perhitungan <i>Dempster-Shafer</i>	15
Tabel 3.1 Contoh kasus yang akan diselesaikan dengan metode <i>Dempster-Shafer</i>	28
Tabel 3.2 Aturan kombinasi m3 untuk contoh kasus perhitungan <i>Dempster-Shafer</i>	28
Tabel 3.3 Aturan kombinasi m5 untuk contoh kasus perhitungan <i>Dempster-Shafer</i>	29
Tabel 3.4 Contoh kasus yang akan diselesaikan dengan metode <i>Dempster-Shafer</i>	29
Tabel 3.5 Aturan kombinasi m3 untuk contoh kasus perhitungan <i>Dempster-Shafer</i>	30
Tabel 3.6 Skala <i>opinion</i> dan bobot	41
Tabel 4.1 Hasil pengujian fungsionalitas <i>form login</i> admin	57
Tabel 4.2 Hasil pengujian fungsionalitas laman admin	57
Tabel 4.3 Hasil pengujian fungsionalitas laman pengguna	58
Tabel 4.4 Contoh kasus pada pengujian dengan “perhitungan teoritis”	59
Tabel 4.5 Aturan kombinasi m3 untuk contoh kasus pada pengujian dengan “perhitungan teoritis”	60
Tabel 4.6 Aturan kombinasi m5 untuk contoh kasus pada pengujian dengan “perhitungan teoritis”	60
Tabel 4.7 Aturan kombinasi m7 untuk contoh kasus pada pengujian dengan “perhitungan teoritis”	61
Tabel 4.8 Aturan kombinasi m9 untuk contoh kasus pada pengujian dengan “perhitungan teoritis”	62

Tabel 4.9 Hasil pengujian akurasi pakar 1 dengan nilai rata-rata <i>belief</i> pakar	63
Tabel 4.10 Hasil pengujian akurasi pakar 2 dengan nilai rata-rata <i>belief</i> pakar ...	65
Tabel 4.11 Hasil pengujian akurasi pakar 3 dengan nilai rata-rata <i>belief</i> pakar....	66
Tabel 4.12 Hasil pengujian akurasi pakar 1 dengan nilai <i>belief</i> pakar 1	68
Tabel 4.13 Hasil pengujian akurasi pakar 2 dengan nilai <i>belief</i> pakar 2	69
Tabel 4.14 Hasil pengujian akurasi pakar 3 dengan nilai <i>belief</i> pakar 3	70
Tabel 4.15 Hasil pengujian MOS dengan responden mahasiswa PSTI	73
Tabel 4.16 Hasil pengujian MOS dengan responden penyuluh pertanian	74
Tabel 4.17 Hasil pengujian MOS dengan responden petani	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penyakit.....	81
Lampiran 2. Gejala.....	81
Lampiran 3. Persebaran Gejala.....	82
Lampiran 4. Nilai Kepercayaan (<i>Belief</i>) Pakar 1	85
Lampiran 5. Nilai Kepercayaan (<i>Belief</i>) Pakar 2	89
Lampiran 6. Nilai Kepercayaan (<i>Belief</i>) Pakar 3	93
Lampiran 7. Nilai Akhir Kepercayaan (<i>Belief</i>) Suatu Penyakit	97
Lampiran 8. Solusi Pengendalian dan Saran Penanganan Penyakit.....	100
Lampiran 9. Pengujian <i>Black Box</i>	102
Lampiran 10. Pengujian Akurasi Pakar 1	104
Lampiran 11. Pengujian Akurasi Pakar 2	105
Lampiran 12. Pengujian Akurasi Pakar 3	107
Lampiran 13. Pengujian MOS	109
Lampiran 14. Kode Program untuk Metode <i>Dempster Shafer</i>	111

ABSTRAK

Jagung (*Zea mays*) merupakan tanaman pangan utama ketiga setelah padi dan gandum di dunia dan menempati posisi kedua setelah padi di Indonesia. Di Indonesia, produktivitas jagung mengalami peningkatan tiap tahunnya. Namun, produktivitas jagung dapat mengalami penurunan kuantitas dan kualitas hasil panen karena adanya serangan penyakit dan keterlambatan pengendalian penyakit tersebut yang berujung pada kegagalan panen. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pakar yang dapat mendiagnosa 8 jenis penyakit pada tanaman jagung dari 25 gejala berdasarkan pengetahuan 3 orang pakar dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* berbasis *website*. Pada penelitian ini dilakukan empat teknik pengujian yaitu *black box*, perhitungan teoritis, akurasi sistem, dan *Mean Opinion Score* (MOS). Pengujian *black box* memiliki fungsionalitas 100% sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian dengan perhitungan teoritis menghasilkan perhitungan yang sesuai antara perhitungan sistem dengan perhitungan manual. Pengujian akurasi sistem pada 30 contoh kasus menghasilkan akurasi sebesar 87.78% berdasarkan nilai rata-rata *belief* pakar dan berdasarkan nilai *belief* masing-masing pakar sebesar 93.33% untuk pakar 1, 90% untuk pakar 2, dan 90% untuk pakar 3. Pengujian MOS pada 22 responden menghasilkan nilai MOS sebesar 4.54 untuk responden mahasiswa, 4.68 untuk responden penyuluh pertanian, dan 4.43 untuk responden petani yang menunjukkan sistem yang dibangun dapat dikategorikan ke dalam sistem yang baik.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Jagung, Penyakit Tanaman Jagung, *Dempster Shafer*, *Website*

ABSTRACT

Maize (*Zea mays*) is the third major food after rice and wheat in the world, and ranks second after rice in Indonesia. In Indonesia, the productivity of the maize crop has increased every year. However, maize productivity can decrease the quantity and quality of crop yields due to disease attacks and delays in controlling the disease. This research aims to build an expert system that can diagnose eight types of maize diseases from 25 symptoms based on the knowledge of 3 experts using the web-based Dempster-Shafer method. Testing techniques used in this research are a black box, theoretical calculations, system accuracy, and MOS (Mean Opinion Score). The black box test results state that the expert system has 100% compatibility in terms of functionality. The theoretical calculations generated a proper result between system calculations and manual calculations. The proposed expert system provides accuracy about 87.78% under testing in 30 sample cases based on the expert's mean score (belief) and based on the value of the belief of each expert are 93.33%, 90% t, and 90% for each expert. Additionally, MOS testing on 22 respondents gives a score of 4.54 for the college student, 4.68 for agriculture instructor, and 4.43 for the farmer, which shows that the system can be categorized into a good system.

Key words: Expert System, Maize, Maize Disease, Dempster Shafer, Website

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays*) merupakan tanaman pangan utama ketiga setelah padi dan gandum di dunia dan menempati posisi kedua setelah padi di Indonesia[1]. Jagung juga merupakan salah satu tanaman sereal (sereal atau biji-bijian) yang strategis dan bernilai ekonomis serta mempunyai peluang untuk dikembangkan menjadi produk olahan karena kedudukannya sebagai sumber utama karbohidrat dan protein setelah beras[2]. Selain sebagai sumber karbohidrat, jagung juga ditanam sebagai pakan ternak (hijauan maupun tongkolnya), diambil minyaknya (dari biji), dibuat tepung (dari biji, dikenal dengan istilah tepung jagung atau maizena), dan bahan baku industri (dari tepung biji dan tepung tongkolnya)[3]. Oleh karena itu, produktivitas jagung perlu untuk ditingkatkan agar dapat memenuhi kebutuhan.

Di Indonesia, produktivitas jagung terus mengalami peningkatan tiap tahunnya. Berdasarkan laporan tahunan Kementerian Pertanian Tahun 2016, perkembangan produksi jagung periode 2014-2016 menunjukkan pertumbuhan yang positif, dari 19,01 juta ton pada tahun 2014 menjadi 23,16 juta ton tahun 2016[4]. Di Nusa Tenggara Barat, produktivitas jagung terus ditingkatkan oleh pemerintah daerah yang didukung oleh program yang dikenal dengan PIJAR (Sapi-Jagung-Rumput Laut). Menurut Statistik Daerah Provinsi NTB 2019, produksi jagung untuk tahun 2018 mencapai 2.457.323 ton dengan luas panen 326.377 hektare[5]. Namun, produktivitas jagung dapat mengalami penurunan kuantitas dan kualitas hasil panen karena adanya serangan penyakit dan keterlambatan pengendalian penyakit tersebut yang berujung pada kegagalan panen.

Penyakit tanaman jagung merupakan hasil interaksi dari tiga komponen utama yaitu patogen, inang, dan lingkungan[1]. Kurangnya informasi dan pengetahuan tentang penyakit dari tanaman jagung bagi petani dapat menyebabkan kesalahan diagnosa penyakit yang menyerang tanaman jagung yang berdampak pula pada kesalahan pengendaliannya[6]. Untuk mengetahui penyakit tanaman

jagung, harus dilakukan identifikasi penyakit yang dapat dilakukan oleh tenaga ahli seperti penyuluh pertanian[6]. Di NTB, persebaran dari penyuluh pertanian belum merata dengan jumlah 722 orang yang tersebar di 1.143 desa[5]. Sedangkan menurut UU No 19 Tahun 2013 disebutkan bahwa jumlah penyuluh untuk satu desa paling sedikit berjumlah satu orang[7] yang menunjukkan jumlah penyuluh pertanian di NTB masih kurang dari batas minimum. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem yang dapat mengadopsi keahlian pakar untuk membantu menyelesaikan permasalahan terkait penyakit pada tanaman jagung.

Salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah sistem pakar. Sistem pakar dibuat dengan tujuan untuk mengadopsi pengetahuan spesifik (keahlian) dari seorang pakar dalam menyelesaikan suatu masalah[8]. Salah satu kelebihan menggunakan sistem pakar adalah mampu mengurangi informasi yang perlu diproses pengguna, mengurangi biaya staf, dan meningkatkan hasil (*output*). Keuntungan lain dari sistem pakar yaitu melakukan tugasnya lebih konsisten dibandingkan pakar (ahli)[9]. Namun, sistem pakar tidak dapat sepenuhnya menggantikan seorang pakar. Sistem pakar hanya mampu memberikan gejala atau pengetahuan dasar seorang ahli atau pakar untuk membantu masyarakat yang masih minim pengetahuan untuk lebih mudah mengetahui hal-hal yang dilakukan oleh seorang pakar.

Dalam sistem pakar, sistem hampir tidak pernah dapat mengakses seluruh fakta yang ada dalam lingkungan permasalahan yang akan ditanganinya, sehingga sistem harus bekerja dalam ketidakpastian. Ketidakpastian tersebut dapat dihitung dengan menggunakan beberapa teknik yaitu teknik probabilitas, faktor kepastian, dan logika fuzzy[10]. Salah satu metode pada teknik probabilitas yang dapat digunakan untuk menghitung ketidakpastian tersebut adalah metode *Dempster-Shafer*. 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 metode *Dempster-Shafer* memungkinkan seseorang aman dalam melakukan pekerjaan seorang pakar[11]. Alasan penulis memilih metode *Dempster-Shafer* karena metode ini mampu mengatasi masalah ketidakpastian dan ketidakkonsisten untuk deteksi penyakit berdasarkan gejala, mudah dalam pemberian nilai

kepercayaan pakar untuk suatu gejala, dan menggunakan perhitungan probabilitas semua kemungkinan penyakit dari tiap gejala dalam penarikan kesimpulan. Dalam beberapa jurnal penelitian[12][13][14], didapatkan nilai akurasi dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan metode *Certainty Factor*. Pada sistem pakar diagnosa penyakit sapi dengan metode *Dempster-Shafer* menghasilkan akurasi lebih tinggi yaitu 87,2% dan 75,3% dengan metode *Bayesian Network*[15].

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis bermaksud membuat sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman jagung menggunakan metode *Dempster-Shafer* untuk mendapatkan probabilitas penyakit berdasarkan nilai kepercayaan pakar terhadap gejala yang dialami. Sistem pakar ini dibuat berbasis *website* sehingga dapat diakses tanpa perlu memasang aplikasi terlebih dahulu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana menerapkan metode *Dempster-Shafer* dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman jagung berdasarkan pengetahuan pakar?
2. Bagaimana performa metode *Dempster-Shafer* pada sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung?

1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem yang dibangun hanya mendiagnosa 8 jenis penyakit pada tanaman jagung yang paling sering menyerang tanaman jagung di Provinsi NTB yaitu penyakit bulai, karat daun, bercak daun, hawar daun, busuk pelepah, busuk batang, gosong, dan mosaik jagung.
2. Sistem yang dibangun berdasarkan pengetahuan 3 orang pakar di bidang pertanian.
3. Sistem yang dibangun menggunakan metode *Dempster-Shafer*.
4. Sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman jagung ini berupa sistem berbasis *website* dan terkoneksi dengan *internet*.

5. *Output* yang dihasilkan berupa jenis penyakit pada tanaman jagung beserta penanganannya.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah:

1. Membuat sistem pakar yang dapat mendiagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan menerapkan metode *Dempster-Shafer*.
2. Mengetahui performa sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari tugas akhir ini, yaitu:

1. Bagi penulis dapat meningkatkan pengetahuan dan kreativitas dalam memecahkan masalah yang berkaitan dengan sistem pakar.
2. Bagi masyarakat sistem yang dihasilkan pada penelitian ini dapat membantu para petani khususnya di Provinsi NTB untuk mengetahui penyakit pada tanaman jagung berdasarkan gejalanya serta dapat memberikan saran penanganan dari penyakit pada tanaman jagung tersebut.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini ditulis dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang dibuatnya sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung, rumusan permasalahan, batasan ruang lingkup permasalahan, tujuan dan manfaat penelitian bagi penulis dan pengguna serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang tinjauan pustaka dari penelitian terdahulu yang terkait seperti sistem pakar dan metode *Dempster-Shafer*. Selain itu, bab ini juga berisi dasar teori yang berhubungan dengan pembuatan sistem.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang rencana penelitian, alat, bahan, jalannya perancangan dengan metode yang telah ditentukan, beserta perhitungan untuk hasil yang diharapkan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang analisis dan pembahasan hasil penelitian yang telah dilakukan, seperti tampilan *database* dan implementasi sistem, serta hasil dari pengujian yang telah dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung serta saran dari penulis untuk menjadi acuan pengembangan sistem selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penyakit tanaman jagung adalah penyakit yang menyerang tanaman jagung yang dapat menurunkan kuantitas dan kualitas hasil panen. Penyakit tanaman jagung parasitik dapat disebabkan oleh organisme virus, mikoplasma, bakteri, jamur, nematoda, dan tumbuhan parasit; sedangkan penyakit fisiologis disebabkan oleh kondisi lingkungan yang kurang memenuhi persyaratan tumbuh[1]. Dengan kemajuan teknologi yang tumbuh semakin pesat, maka diagnosa penyakit pada tanaman jagung dapat lebih mudah dilakukan dengan menggunakan sistem pakar berdasarkan gejala dari penyakit yang menyerang tanaman jagung.

Penelitian tentang sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan berbagai metode telah banyak digunakan pada penelitian sebelumnya dan menunjukkan bahwa metode *Dempster-Shafer*[16] memiliki akurasi lebih tinggi dari metode lainnya[2][3][17][18][19]. Penelitian menggunakan metode inferensi *case-based reasoning* dan metode *Nearest neighbor similarity* mampu mengidentifikasi penyakit tanaman jagung dengan 22 gejala untuk 13 penyakit dengan tingkat akurasi sebesar 74,63%[2]. Penelitian dengan menggunakan metode *fuzzy inference tsukamoto* memiliki nilai kepastian hampir 80% dari 7 penyakit dan 38 gejala yang ada[3]. Penelitian dengan metode *certainty factor* dapat mendeteksi penyakit berdasarkan gejala yang dipilih dan menghasilkan tingkat akurasi sebesar 84%[17]. Penelitian yang mengimplementasikan *Naïve-Bayesian classifier (weak learner)* mampu memberikan akurasi sebesar 33.33% dengan menggunakan *Ada-Boost algorithm*[18] dan akurasi hingga 60% pada penelitian lainnya[19]. Penelitian menggunakan metode gabungan *fuzzy & Dempster-Shafer* dapat memberikan hasil identifikasi berdasar gejala yang di-*input*-kan dengan akurasi sebesar 93.3% dari sebuah kasus yang diberikan[16].

Penelitian tentang sistem pakar dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* telah banyak dilakukan sebelumnya dan menghasilkan nilai akurasi yang

tinggi[8][11][20][21][22][23][24]. Penelitian tentang sistem pakar diagnosa gangguan mental pada anak dengan 8 penyakit dan 59 gejala mampu menghasilkan akurasi hingga 95% dari 40 kasus rekam medis[8]. Penelitian tentang sistem pakar deteksi tingkat resiko penyakit jantung koroner menghasilkan persentase sebesar 100% nilai kebenaran dari prediksi diagnosa berdasarkan hasil ujicoba 10 kasus[11]. Penelitian tentang sistem pakar diagnosa penyakit kulit pada manusia mampu menghasilkan akurasi 90% dari 30 kasus rekam medis[20] dan akurasi 69,5% dari sebuah kasus pada penelitian lainnya[21]. Penelitian tentang sistem pakar diagnosa penyakit pada kucing dengan 9 penyakit dan 25 gejala mampu menghasilkan akurasi 94,59% dari hasil perbandingan data rekam medis 1 tahun terakhir[22]. Penelitian tentang sistem deteksi penyakit tanaman padi dengan 8 penyakit dan 48 gejala mampu menghasilkan akurasi hingga 91,26% dari sebuah kasus[23]. Penelitian tentang sistem pakar penyakit flu burung (H5N1) dengan 7 gejala mampu menghasilkan akurasi sebesar 58,73 % dari sebuah kasus yang diberikan[24].

Penelitian tentang analisis perbandingan metode *Dempster-Shafer* dan metode lainnya telah banyak dilakukan sebelumnya dan menunjukkan bahwa metode *Dempster-Shafer* lebih baik jika dibandingkan dengan metode lainnya[12][13][14][15]. Penelitian tentang analisis perbandingan metode *Dempster-Shafer* dan metode *Certainty Factor* menghasilkan akurasi kedua metode terhadap diagnosa dokter bernilai 99% dari 100 data pasien dan berdasarkan hasil uji T dengan tingkat signifikansi 0,05 membuktikan bahwa metode *Dempster-Shafer* lebih tepat digunakan pada sistem pakar diagnosa penyakit diabetes melitus[12]. Penelitian tentang analisis perbandingan metode *Certainty Factor* dan metode *Dempster-Shafer* pada hasil pengujian 20 kasus penyakit kelinci menghasilkan akurasi sebesar 80% *Certainty Factor* untuk metode dan 85% untuk *Dempster-Shafer*[13]. Penelitian tentang analisis perbandingan metode *Dempster-Shafer* dengan metode *Certainty Factor* untuk diagnosa penyakit stroke menghasilkan akurasi 85% untuk *Dempster-Shafer* dan 80% untuk metode *Certainty Factor*[14]. Penelitian tentang analisis perbandingan metode *Bayesian Network* dan metode *Dempster-Shafer* menghasilkan akurasi lebih tinggi untuk

metode *Dempster-Shafer* yaitu 87,2% dan 75,3% untuk metode *Bayesian Network* dari 10 kasus yang diberikan[15].

Berdasarkan tinjauan pustaka tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode *Dempster-Shafer* lebih baik dari metode lainnya sehingga penulis akan membangun sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* untuk mendapatkan hasil akhir berupa jenis penyakit tanaman jagung berdasarkan gejalanya dengan nilai akurasi yang tinggi. Sistem pakar yang dibangun dapat mendiagnosa 8 jenis penyakit dengan 25 gejala pada tanaman jagung. Nilai kepercayaan setiap gejala didapat berdasarkan jawaban dari 3 pakar yang terdiri dari ahli pertanian. Sistem pakar yang dibangun pada penelitian ini adalah sistem berbasis *website*. Fitur yang terdapat pada sistem ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu untuk pengguna (masyarakat umum) dan admin. Fitur yang diberikan oleh sistem kepada pengguna adalah melihat info penyakit, melakukan tes diagnosa penyakit, dan melihat hasil diagnosa beserta penanganannya. Fitur yang diberikan oleh sistem kepada admin adalah mengelola (menambah, menghapus, dan memperbaharui) data penyakit, gejala, dan relasi antar keduanya.

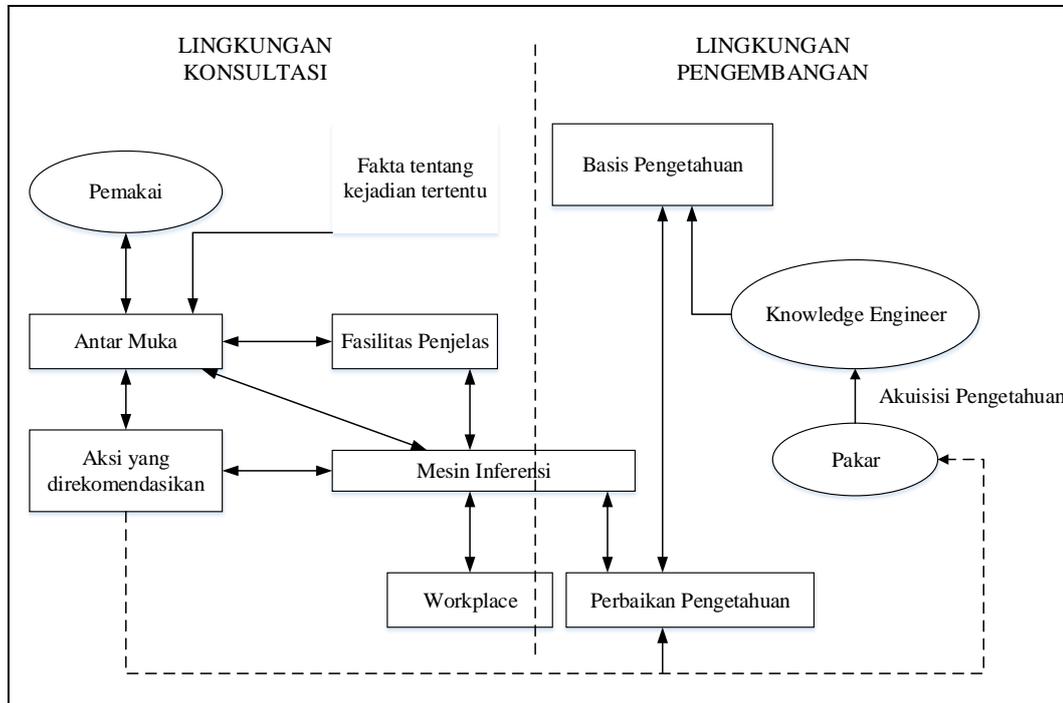
2.2 Teori Penunjang

Pembuatan sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung yang dibangun berbasis *website* pada penelitian ini menggunakan beberapa teori penunjang untuk melandasi pemecahan masalah serta mendukung dalam proses pembuatan sistem, yaitu sistem pakar, *Dempster-Shafer*, tanaman jagung, penyakit pada tanaman jagung, PHP, MySQL, *CodeIgniter*, dan *Bootstrap*.

2.2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah sistem yang dibuat dengan mengadopsi pengetahuan spesifik (keahlian) dari seorang pakar dalam menyelesaikan suatu masalah. Sistem pakar muncul untuk memecahkan masalah karena sistem pakar menggunakan pengetahuan seorang pakar yang dimasukkan ke dalam komputer sebagai basis pengetahuan[13]. Sistem pakar dapat digunakan oleh orang-orang yang tidak ahli dalam bidang tertentu untuk mengambil keputusan dan dapat juga digunakan oleh para pakar sebagai asisten, bahkan dapat menjadi lebih baik dari para pakar jika bekerja pada ruang lingkup pengetahuan yang sempit[20]. Struktur sistem pakar

terdiri dari dua bagian yaitu lingkungan pengembangan (*development environment*) yang digunakan untuk memasukkan pengetahuan ke dalam sistem pakar dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*) yang digunakan oleh pengguna untuk mendapatkan pengetahuan ahli[15]. Struktur sistem pakar beserta komponen-komponennya dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur dan komponen-komponen sistem pakar[20].

Komponen-komponen yang terdapat dalam sistem pakar pada Gambar 2.1 antara lain sebagai berikut:

a. Antarmuka Pengguna (*User Interface*)

Antarmuka merupakan mekanisme yang digunakan oleh pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi. Antarmuka menerima informasi dari pengguna dan mengubahnya ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem. Selain itu antarmuka menerima dari sistem dan menyajikannya ke dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pengguna.

b. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*)

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan untuk pemahaman, formulasi, dan penyelesaian masalah. Komponen sistem pakar ini disusun atas dua elemen dasar, yaitu fakta dan aturan. Fakta merupakan informasi dalam objek dalam area permasalahan tertentu, sedangkan aturan merupakan informasi tentang cara bagaimana memperoleh fakta baru dari fakta yang telah diketahui.

Knowledge base berguna untuk menyimpan pengetahuan dari pakar berupa *rule* (*if* < kondisi > *then* < aksi > atau dapat disebut *condition action rules*). Ada dua bentuk pendekatan basis pengetahuan yang sangat umum digunakan, yaitu penalaran berbasis aturan dan penalaran berbasis kasus.

c. *Akuisisi Pengetahuan (Knowledge Acquisition)*

Akuisisi pengetahuan adalah akumulasi, transfer dan transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari sumber pengetahuan ke dalam program komputer. Dalam tahap ini *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 pengguna.

d. *Workplace*

Workplace merupakan area dari sekumpulan memori kerja (*working memory*). Dalam *working memory* inilah terkandung semua fakta-fakta, baik fakta awal pada saat sistem mulai beroperasi maupun fakta-fakta yang didapat pada saat pengambilan kesimpulan dilaksanakan. *Workplace* berperan untuk merekam hasil sementara yang akan dijadikan sebagai keputusan dan untuk menjelaskan masalah yang sedang terjadi.

e. *Mesin Inferensi (Inference Engine)*

Mesin inferensi berperan sebagai otak dari sistem pakar. Mesin inferensi berfungsi untuk memandu proses penalaran terhadap suatu kondisi, berdasarkan pada basis pengetahuan dan *workplace* yang tersedia. Pada mesin inferensi terjadi proses untuk memanipulasi dan mengarahkan kaidah, model dan fakta yang disimpan dalam basis pengetahuan dalam rangka mencapai solusi atau kesimpulan. Terdapat dua pendekatan untuk mengontrol inferensi dalam sistem pakar berbasis aturan, yaitu pelacakan ke belakang (*Backward chaining*) dan pelacakan kedepan (*Forward chaining*). Pelacakan ke belakang adalah pendekatan yang dimotori tujuan (*goal-driven*). Dalam pendekatan ini pelacakan dimulai dari tujuan, selanjutnya dicari aturan yang memiliki tujuan tersebut untuk kesimpulannya. Selanjutnya proses pelacakan menggunakan premis untuk aturan tersebut sebagai tujuan baru dan mencari aturan lain dengan tujuan baru sebagai kesimpulannya. Proses berlanjut sampai semua

kemungkinan ditemukan Pelacakan kedepan adalah pendekatan yang dimotori data (*data-driven*). Dalam pendekatan ini pelacakan dimulai dari informasi masukan, dan selanjutnya mencoba menggambarkan kesimpulan. Pelacakan kedepan mencari fakta yang sesuai dengan bagian IF dari aturan IF-THEN.

2.2.2 Dempster Shafer

Metode *Dempster-Shafer* pertama kali diperkenalkan oleh Dempster, yang melakukan percobaan model ketidakpastian dengan *range* probabilitas dari 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. Teori *Dempster-Shafer* adalah representasi, kombinasi dan propogasi ketidakpastian, dimana teori ini memiliki beberapa karakteristik yang secara intuitif sesuai dengan cara berfikir seorang pakar, namun dengan dasar matematika yang kuat[11].

Secara umum teori *Dempster-Shafer* ditulis dalam suatu interval yaitu [*Belief, Plausibility*]. *Belief (Bel)* adalah ukuran kepastian atau kepercayaan *evidence* dalam menghitung suatu himpunan proporsisi. Jika bernilai 0 maka mengindikasikan bahwa tidak ada *evidence*, dan jika bernilai 1 menunjukkan adanya kepastian. *Plausibility (Pls)* adalah ukuran ketidakpercayaan atau ketidakpastian terhadap suatu *evidence*. *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 $Pls(X) = 0$ [20]. Fungsi *Belief* diformulasikan seperti pada Persamaan (2-1) dan fungsi *Plausibility* diformulasikan seperti pada Persamaan (2-2)[8].

$$Bel(X) = \sum_{Y \subseteq X} m_1(Y) \quad (2-1)$$

$$Pls(X) = 1 - Bel(\bar{X}) \quad (2-2)$$

dimana:

X = Penyakit yang mengalami gejala 1

Y = Penyakit yang mengalami gejala 2

$Bel(X)$ = *Belief (X)*, artinya nilai kepercayaan atau kepastian penyakit yang mengalami gejala 1

$Pls(X) = \text{Plausibility } (X)$, artinya nilai ketidakpercayaan atau ketidakpastian penyakit yang mengalami gejala 1

$m_1(X) = \text{Mass function}$ atau tingkat kepercayaan dari *evidence* (X)

Pada teori *Dempster-Shafer* semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis sering disebut *environment*, dinotasikan dengan simbol Θ , yang ditunjukkan pada Persamaan (2-3).

$$(\Theta) = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N\} \quad (2-3)$$

dimana:

$\theta_1, \dots, \theta_N = \text{elemen atau unsur bagian dari } \textit{environment}$

Environment mengandung elemen-elemen yang menggambarkan kemungkinan sebagai jawaban dan hanya ada satu yang akan sesuai dengan jawaban yang dibutuhkan. *Mass function* (m) sering disebut dengan *evidence measure* sehingga dinotasikan dengan (m). Tujuannya adalah mengaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen θ . Tidak semua *evidence* secara langsung mendukung tiap-tiap elemen. Untuk itu perlu adanya probabilitas fungsi densitas (m). Nilai m tidak hanya mendefinisikan elemen-elemen θ saja, namun juga semua *subset*-nya. Sehingga jika θ berisi n elemen, maka subset θ adalah 2^n . Jumlah semua m dalam *subset* θ sama dengan 1 [20].

Apabila diketahui X adalah *subset* dari θ , dengan m_1 sebagai fungsi densitasnya dan Y juga merupakan *subset* dari θ dengan m_2 sebagai fungsi densitasnya, maka dapat dibentuk fungsi kombinasi m_1 dan m_2 sebagai m_3 , yang ditunjukkan pada Persamaan (2-4).

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X).m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X).m_2(Y)} \quad (2-4)$$

dimana:

$m_3(Z) = \text{Mass function}$ dari *evidence* (Z), di mana Z adalah nilai densitas baru hasil irisan dari $m_1(X)$ dan $m_2(Y)$ dibagi dengan 1 dikurangi irisan kosong (\emptyset) dari $m_1(X)$ dan $m_2(Y)$.

$m_1(X) = \text{Mass function}$ atau tingkat kepercayaan dari *evidence* (X), di mana X adalah penyakit yang mengalami gejala 1.

$m_2(Y) = \text{Mass function}$ atau tingkat kepercayaan dari *evidence* (Y), di mana Y adalah penyakit yang mengalami gejala 2.

Akuisisi pengetahuan pada metode *Dempster-Shafer* dilakukan dengan mengumpulkan data dari berbagai referensi dan wawancara. Nilai kepercayaan terhadap suatu gejala didapat dengan cara memberikan kuesioner ke beberapa orang pakar yang berpengalaman. Nilai alternatif jawaban yang bisa dipilih pakar untuk mengisi kuesioner, yaitu:

Tabel 2.1 Nilai alternatif jawaban kuesioner[20]

Kepercayaan terhadap suatu gejala	Nilai kepercayaan (<i>Belief</i>)
Sangat tidak setuju	0.05
Tidak setuju	0.25
Netral	0.5
Setuju	0.85
Sangat setuju	1

Hasil akhir dari nilai kepercayaan terhadap setiap gejala digunakan dalam perhitungan metode *Dempster-Shafer* pada mesin inferensi. Hasil akhir dari nilai kepercayaan dihitung dengan rumus[20]:

$$\text{Nilai akhir kepercayaan pernyataan (x)} = \frac{(\text{nilai jawaban responden 1} + \dots + \text{nilai jawaban responden n})}{\text{jumlah responden}} \quad (2-5)$$

2.2.2.1 Perhitungan *Dempster Shafer*

Perhitungan secara manual menggunakan metode *Dempster-Shafer* berfungsi untuk memberikan gambaran umum tentang bagaimana cara sistem yang akan dibangun dalam menarik kesimpulan. Proses perhitungan ini terdiri dari beberapa langkah.

Pada kasus ini diberikan contoh dengan memasukkan 3 gejala pada sistem. Perhitungan ini dimisalkan seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Contoh kasus yang akan diselesaikan dengan metode *Dempster-Shafer*[16]

Gejala	Nama Penyakit	Nilai <i>Belief</i>
Daun mengering (G13)	(P2) Penyakit Karat	0.65
	(P3) Penyakit Bercak Daun	0.65
	(P9) Penyakit Busuk Batang Diplodia	0.65
	(H6) Serangan Hama Penggerek Batang	0.65
Pada daun terdapat bercak bulat/oval berwarna cokelat kemerahan (G26)	(P2) Penyakit Karat	0.867
	(P3) Penyakit Bercak Daun	0.867

Gejala	Nama Penyakit	Nilai <i>Belief</i>
Terdapat serbuk berwarna kuning kecoklatan seperti karat (G27)	(P2) Penyakit Karat	0.933

a. Gejala G13: Daun mengering

Dilakukan observasi daun mengering sebagai gejala dari penyakit dengan nilai $m\{P2, P3, P9, H6\}=0.65$ untuk mendapatkan nilai densitas pada $m1$ maka dilakukan perhitungan :

$$m_1 = \frac{0.65+0.65+0.65+0.65}{4} = 0.65$$

$$m_1(\theta) = 1 - 0.65 = 0.35$$

b. Gejala G26: Pada daun terdapat bercak bulat/oval berwarna coklat kemerahan

Dilakukan observasi pada daun terdapat bercak bulat/oval berwarna coklat kemerahan sebagai gejala dari penyakit dengan nilai $m\{P2, P3\} = 0.867$, maka:

$$m_2 = \frac{0.867+0.867}{2} = 0.867$$

$$m_2(\theta) = 1 - 0.867 = 0.133$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan $m3$ dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Aturan kombinasi $m3$ untuk contoh kasus perhitungan *Dempster-Shafer*

m1	m2	
	$m2\{P2, P3\}=0.867$	$m2\{\theta\}=0.133$
$m1\{P2,P3,P9,H6\}=0.65$	$\{P2,P3\}=0.867 \times 0.65=0.564$	$\{P2,P3,P9,H6\}=0.133 \times 0.65=0.0865$
$m1\{\theta\}=0.35$	$\{P2,P3\}=0.867 \times 0.35=0.303$	$\Theta=0.133 \times 0.35=0.0465$

Sehingga:

$$m_3\{P2, P3\} = \frac{0.564+0.303}{1-0} = 0.867$$

$$m_3\{P2, P3, P9, H6\} = \frac{0.0865}{1-0} = 0.0865$$

$$m_3(\theta) = \frac{0.0465}{1-0} = 0.0465$$

c. Gejala G27: Terdapat serbuk berwarna kuning kecoklatan seperti karat

Dilakukan observasi pada daun terdapat serbuk berwarna kuning kecoklatan seperti karat sebagai gejala dari penyakit dengan nilai $m\{P2\} = 0.933$, maka:

$$m_4\{P2\} = 0.933$$

$$m_4(\theta) = 1 - 0.933 = 0.067$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan m_5 dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Aturan kombinasi m_5 untuk contoh kasus perhitungan *Dempster-Shafer*

m3	m4	
	m4{P2}=0.933	m4{ θ }=0.067
m3{P2,P3}=0.867	{P2}=0.933x0.867=0.8089	{P2,P3}=0.067 x 0.867=0.0581
m3{P2,P3,P9,H6}=0.0865	{P2}=0.933x0.60865=0.0807	{P2,P3,P9,H6}=0.067x0.0865=0.0058
m3{ θ }=0.0465	{P2}=0.933x 0.0465=0.0434	Θ =0.067x 0.0465=0.0031

Sehingga:

$$m_5\{P2\} = \frac{0.8089+0.0807+0.0435}{1-0} = 0.933$$

$$m_5\{P2, P3\} = \frac{0.0581}{1-0} = 0.0581$$

$$m_5\{P2, P3, P9, H6\} = \frac{0.0058}{1-0} = 0.0058$$

$$m_5(\theta) = \frac{0.0031}{1-0} = 0.0031$$

Dari perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer*, nilai densitas yang paling tinggi adalah 0.933 sehingga dapat disimpulkan penyakit yang menyerang tanaman jagung kemungkinan adalah P2 dimana P2 merupakan kode penyakit Karat. Tanaman jagung kemungkinan terserang penyakit Karat sebesar 93.3%.

2.2.3 Tanaman Jagung

Jagung merupakan tanaman sereal yang paling produktif di dunia[25]. Penyebaran tanaman jagung sangat luas karena mampu beradaptasi dengan baik pada berbagai lingkungan. Pusat produksi jagung di dunia tersebar di negara tropis dan subtropis. Tanaman jagung tumbuh baik di daerah panas dan dingin dengan curah hujan dan irigasi yang cukup[1]. Namun selama satu siklus hidupnya dari benih ke benih, setiap bagian jagung peka terhadap sejumlah penyakit sehingga dapat menurunkan kuantitas dan kualitas hasil. Karena itu masalah penyakit merupakan salah satu faktor pembatas produksi dan mutu benih yang perlu diatasi.



Gambar 2.2 Tanaman jagung.

2.2.4 Penyakit pada Tanaman Jagung

Penyakit tanaman jagung adalah penyakit yang menyerang tanaman jagung, baik batang, daun, maupun tongkolnya. Penyakit ini dapat disebabkan oleh berbagai macam penyebab seperti organisme virus, jamur, serta kondisi lingkungan. Berikut ini merupakan 9 penyakit yang akan didiagnosa oleh sistem pada penelitian yang dilakukan[1].

a. Penyakit Bulai

Bulai merupakan penyakit yang disebabkan oleh jamur *Peronosclerospora maydis* maupun *Peronosclerospora philippinensis*. Jamur *P. maydis* ditemukan di seluruh wilayah Indonesia, sedang *P. philippinensis* ditemukan di Sulawesi Utara, dan di negara Filipina, Taiwan, Muangthai, dan India. Gejala yang terdapat pada tanaman yang terinfeksi penyakit ini yaitu pada permukaan daun terdapat garis-garis sejajar tulang daun berwarna putih sampai kuning diikuti dengan garis-garis khlorotik sampai coklat bila infeksi makin lanjut. Kerugian hasil panen yang ditimbulkan oleh penyakit ini dapat mencapai 100%.



Gambar 2.3 Penyakit bulai pada tanaman jagung.

b. Penyakit Karat Daun

Karat daun merupakan penyakit yang disebabkan oleh jamur *Puccinia polysora*. Karat ini ditemukan pada dataran rendah sampai dataran tinggi (1200 m) dan ditemukan pada musim hujan sampai kemarau. Gejala yang terdapat pada tanaman untuk penyakit ini adalah pada permukaan daun atas dan bawah terdapat bercak-bercak kecil (uredinia), bulat sampai oval, berwarna coklat atau merah oranye, panjang 0,2-2 mm. Daerah sebaran penyakit antara lain Amerika, Afrika, Australia, Asia Selatan dan Asia Tenggara.



Gambar 2.4 Penyakit karat daun pada tanaman jagung.

c. Penyakit Bercak Daun

Bercak daun merupakan penyakit yang disebabkan oleh jamur *Helminthosporium maydis*. Penyakit ini memiliki dua tipe bercak menurut ras patogennya yaitu bercak karena ras 0 dan ras T. Ras 0 biasanya menyerang daun dan bercaknya lebih sejajar sisi daun, tongkol jarang diserang pada jagung yang bersitoplasma normal, sehingga kerugian oleh ras 0 ini kurang berarti. Ras T sangat virulen terhadap jagung bersitoplasma jantan mandul. Bibit jagung bila terserang menjadi layu sampai mati dalam waktu 3-4 minggu setelah tanam. Bila tongkol terinfeksi lebih dini, biji-biji akan rusak dan busuk, bahkan tongkol dapat gugur. Penyakit ini sudah tersebar di seluruh dunia (bersifat kosmopolitan) dan sangat penting di daerah yang bersuhu hangat antara 20 sampai 32°C dan lembab. Bila terjadi serangan *H. maydis* ras T pada jagung bersitoplasma jantan mandul dapat terjadi kerugian hasil 90%.



Gambar 2.5 Penyakit bercak daun pada tanaman jagung.

d. Penyakit Hawar Daun

Hawar daun merupakan penyakit yang disebabkan oleh jamur *Helminthosporium turcicum*. Jamur *H. turcicum* bertahan hidup sampai satu tahun berupa miselium dorman dalam daun, kelobot, atau bagian tanaman lainnya pada sisa-sisa tanaman di lapang. Perkembangan penyakit sangat baik pada suhu udara antara 18-27°C dan udara berembun. Kerugian hasil panen dapat mencapai 70% jika terserang penyakit bercak daun.

e. Penyakit Busuk Pelelah

Busuk pelelah merupakan penyakit yang disebabkan oleh jamur *Rhizoctonia zae*. Gejala awal dari penyakit ini tampak pada permukaan pelelah bercak jamur berwarna salmon, kemudian berubah jadi abu-abu pudar. Bercak meluas dan terpisah-pisah seperti gejala panu dan sering diikuti pembentukan sklerotia dengan bentuk tidak beraturan, berkesan seperti cipratan tanah, berwarna putih, salmon sampai coklat gelap. Varietas jagung dengan pelelah daun yang rapat sampai ke tanah paling mudah terinfeksi.

f. Penyakit Busuk Batang

Busuk batang merupakan penyakit yang disebabkan oleh jamur busuk batang seperti *Diplodia maydis*, *Gibberella roseum f.sp. cerealis*, *Fusarium moniliforme*. Keadaan cuaca kering pada saat tanam jagung dengan suhu hangat (28-30°C) dan udara basah pada 2-3 minggu setelah pembentukan bulu jagung sangat baik bagi perkembangan busuk batang. Kandungan nitrogen dan kalium rendah, populasi tanaman tinggi (sangat rapat), kerusakan karena hujan deras dan serangga dapat melemahkan tanaman jagung terhadap infeksi. Daerah sebaran penyakit busuk batang mencakup seluruh dunia dan kerugian hasil panen akibat penyakit dapat mencapai 40% pada musim hujan.



Gambar 2.6 Penyakit busuk batang pada tanaman jagung.

g. Penyakit Gosong

Gosong merupakan penyakit yang disebabkan oleh jamur *Ustilago maydis*. Perkembangan penyakit gosong sangat baik pada keadaan kering dengan suhu 26-34°C. Ciri penyakit tampak jelas bengkakan besar pada biji-biji tongkol ditutupi jaringan kehijauan, putih sampai putih perak dan berkilau. Kerugian hasil panen diperkirakan mencapai 15% akibat penyakit gosong.



Gambar 2.7 Penyakit gosong pada tanaman jagung.

h. Penyakit Mosaik Jagung

Penyakit mosaik jagung adalah penyakit yang disebabkan oleh virus mosaik jagung melalui serangga loncat. Sebaran penyakit mosaik jagung meliputi Amerika, Australia, Asia Tenggara, dan Afrika. Gejala mosaik jagung ini sering dikacaukan dengan gejala penyakit bulai. Ciri khas dari penyakit ini yaitu daun berwarna mosaik.



Gambar 2.8 Penyakit mosaik pada tanaman jagung.

2.2.5 PHP

PHP adalah bahasa *server-sidescripting* yang menyatu dengan HTML untuk membuat halaman *web* yang dinamis. Maksud dari *server-side scripting* adalah sintaks dan perintah-perintah yang diberikan akan sepenuhnya dijalankan di *server* tetapi disertakan pada dokumen HTML. Pembuat *web* ini merupakan kombinasi antara PHP sebagai bahasa pemrograman dan HTML sebagai pembangun halaman *web*[8].



Gambar 2.9 Logo PHP.

2.2.6 MySQL

MySQL adalah suatu perangkat lunak *database* relasi atau RDBMS (*Relational Database Management System*). MySQL terdiri atas *server* SQL, klien program untuk mengakses *server*, *tools* untuk administrasi dan *interface*[8].



Gambar 2.10 Logo MySQL.

2.2.7 CodeIgniter

CodeIgniter adalah *framework* yang dapat meminimalkan penulisan *script* yang sering dilakukan secara manual, karena dilengkapi *library* yang cukup lengkap untuk keperluan pembuatan *website*. Metode yang digunakan oleh *framework CodeIgniter* disebut *Model-View-Controller* atau yang disingkat MVC.



Gambar 2.11 Logo CodeIgniter.

MVC adalah metode-metode penyelesaian atau konsep pemrograman yang memisahkan pemrograman *logic* aplikasi dengan presentasinya. Fungsi MVC adalah mengatur arsitektur sebuah aplikasi. Pendekatan yang ditempuh untuk memisahkan aplikasi menjadi tiga bagian yaitu *Model*, *View*, dan *Controller*. MVC memberikan struktur pada aplikasi, sehingga dapat dicapai “*code reusability*”[8].

2.2.8 Bootstrap

Bootstrap adalah sebuah alat bantu untuk membuat sebuah tampilan halaman *website* yang dapat mempercepat pekerjaan seorang pengembang *website* ataupun pendesain halaman *website*. Sesuai namanya, *website* yang dibuat dengan alat bantu ini memiliki tampilan halaman yang sama atau mirip dengan tampilan halaman *twitter* atau desainer juga dapat mengubah tampilan halaman *website* sesuai dengan kebutuhan[8].



Gambar 2.12 Logo Bootstrap.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Alat yang dibutuhkan untuk membangun sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung adalah sebagai berikut:

1. Laptop Acer Intel® Core™ i3-6006U CPU @ 2.00GHz 1.99 Hz RAM 4GB.
2. Sistem operasi Windows 10 Home Single Language 64-bit, x64 based processor.
3. *Microsoft Office* 2016.
4. *CodeIgniter* sebagai *framework*.
5. MySQL Phpmyadmin sebagai *server database*.
6. *Sublime Text 3* sebagai *text editor*.

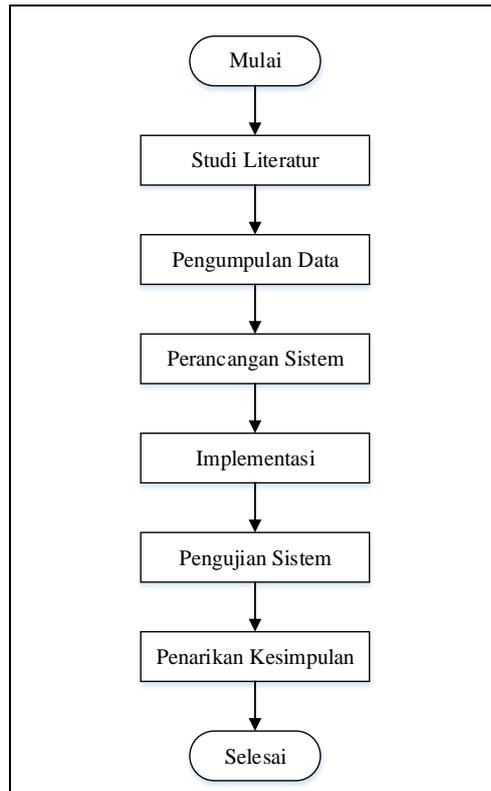
3.1.2 Bahan

Bahan atau data yang dibutuhkan untuk membangun sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung adalah sebagai berikut:

1. Data deskripsi penyakit pada tanaman jagung.
2. Data gejala penyakit pada tanaman jagung.
3. Data nilai kepercayaan (*belief*) pakar pada suatu gejala penyakit tanaman jagung.
4. Data solusi atau saran penanganan yang dapat dilakukan ketika tanaman jagung didiagnosa terserang penyakit.

3.2 Proses Penelitian

Proses penelitian terdiri dari serangkaian tindakan yang akan dilakukan dalam pelaksanaan penelitian seperti yang ditunjukkan pada diagram alir penelitian pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir proses penelitian sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung.

Berikut adalah penjelasan mengenai tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan untuk membangun sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung berdasarkan Gambar 3.1.

1. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan pada penelitian ini berkaitan dengan penyakit pada tanaman jagung dan penerapan metode *Dempster-Shafer* pada sistem pakar melalui sumber-sumber literatur berupa buku, jurnal ilmiah, skripsi, *paper*, maupun sumber lainnya.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan wawancara dengan pakar. Pada penelitian ini wawancara dilakukan sebelum dan selama proses membangun sistem. Wawancara yang dilakukan sebelum membangun sistem dilakukan untuk mengetahui penyakit yang paling sering menyerang tanaman jagung. Sedangkan, wawancara selama proses membangun sistem dilakukan untuk melengkapi data penelitian. Wawancara dengan para pakar di bidang pertanian digunakan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam membangun sistem. Pakar yang memberikan deskripsi, gejala, dan

penanganan penyakit berdasarkan Buku Jagung 1979, serta nilai kepercayaan (*belief*) adalah Prof. Ir. M. Taufik Fauzi, M.Sc., Ph.D. yang merupakan Dosen di Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mataram. Pakar lain yang membantu memberikan data deskripsi penyakit utama tanaman jagung di Provinsi NTB dan nilai kepercayaan adalah Irwan Hidayat, SP. dari Bagian Tanaman Pangan Balai Perlindungan Tanaman Pertanian (BPTP) Provinsi NTB dan Jaswandi, SP. yang merupakan Pengamat Hama dan Penyakit dari UPTD Pertanian Kecamatan Labuapi Kabupaten Lombok Barat.

3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem pada penelitian ini terdiri dari perancangan arsitektur, diagram, dan antarmuka sistem. Proses perancangan sistem dibahas pada Bab 3.

4. Implementasi

Implementasi pada penelitian ini dilakukan dengan mengimplementasikan rancangan sistem ke dalam program. Proses implementasi akan dibahas pada Bab 4.

5. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kelayakan sistem yang telah dibuat dan kesesuaian hasil yang diberikan oleh sistem. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini antara lain pengujian *blackbox*, pengujian dengan “perhitungan teoritis”, pengujian akurasi sistem, dan pengujian MOS (*Mean Opinion Score*) yang akan dibahas lebih dalam pada Bab 4.

6. Penarikan Kesimpulan

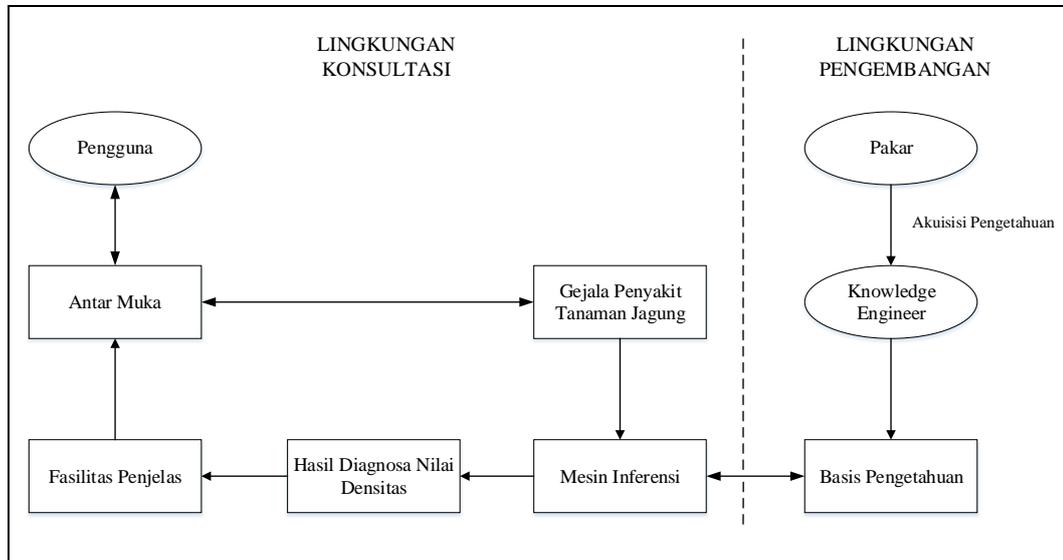
Penarikan kesimpulan didapatkan dari hasil pengujian sistem yang telah dilakukan sebelumnya. Kesimpulan dibuat berdasarkan kesesuaian antara sistem yang dibangun dengan tujuan penelitian dan kebutuhan informasi pengguna sistem. Kesimpulan akan dibahas pada Bab 5.

3.3 Arsitektur Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Tanaman Jagung

Sistem pakar terdiri dari dua bagian pokok yaitu lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*). Lingkungan pengembangan digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar ke

dalam basis pengetahuan dan lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna yang bukan ahli untuk memperoleh pengetahuan pakar.

Ilustrasi arsitektur sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung yang dibangun dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Arsitektur sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung.

Penjelasan arsitektur sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung yang akan dibangun berdasarkan Gambar 3.2 adalah sebagai berikut:

1. Pengguna

Pengguna adalah masyarakat umum yang menggunakan sistem pakar untuk melakukan diagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan memilih gejala sesuai dengan penyakit yang dialami tanaman jagung. Hasil dari diagnosa sistem adalah informasi mengenai penyakit beserta saran penanganan yang dapat dilakukan terhadap tanaman jagung.

2. Antarmuka

Antarmuka adalah mekanisme untuk mempermudah komunikasi pengguna dengan sistem dengan menampilkan gejala dari penyakit pada tanaman jagung yang dapat dipilih oleh pengguna. Pada penelitian ini, antarmuka yang dibangun berupa *website*.

3. Gejala Penyakit pada Tanaman Jagung

Gejala penyakit pada tanaman jagung digunakan sebagai masukan pada sistem yang dibangun. Masukan ini kemudian diproses hingga menghasilkan keluaran berupa diagnosa penyakit pada tanaman jagung.

4. Pakar

Pakar merupakan sumber pengetahuan yang memiliki peran terpenting dalam proses pembangunan sistem. Pakar yang terlibat dalam pembangunan sistem ini adalah 3 orang pakar di bidang pertanian yang dapat memberikan informasi mengenai penyakit pada tanaman jagung. Informasi yang diperoleh meliputi deskripsi, gejala, nilai kepercayaan gejala terhadap suatu penyakit, dan saran penanganan penyakit tanaman jagung.

5. Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan merupakan akumulasi, transfer, dan transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari sumber pengetahuan ke dalam program komputer. Sumber pengetahuan pada penelitian ini berasal dari pakar dan hasil studi literatur. Setelah melakukan akuisisi pengetahuan kemudian dibuat tabel daftar penyakit tanaman jagung pada Lampiran 1, tabel gejala penyakit tanaman jagung pada Lampiran 2, dan tabel persebaran gejala penyakit tanaman jagung pada Lampiran 3.

6. *Knowledge Engineer*

Knowledge engineer merupakan penerjemah informasi yang didapatkan dari pakar untuk dijadikan dasar dalam pembentukan basis pengetahuan.

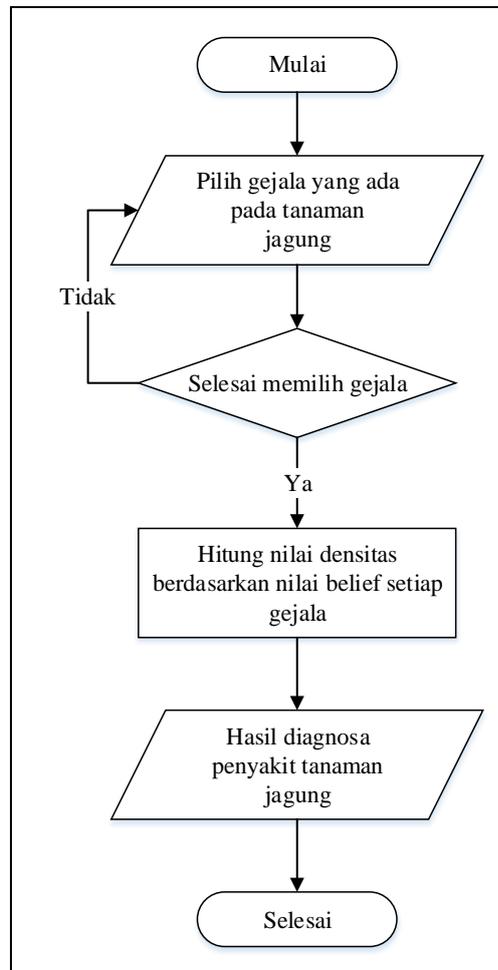
7. Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan adalah sekumpulan pengetahuan berupa fakta dan aturan yang diperoleh dari pakar maupun sumber lain dalam menyelesaikan masalah. Pada penelitian ini, fakta yang tersimpan dalam basis pengetahuan antara lain deskripsi, gejala, nilai kepercayaan gejala terhadap suatu penyakit, dan saran penanganan dari penyakit tanaman jagung. Sedangkan, aturan dalam basis pengetahuan berkaitan dengan relasi antara gejala dengan penyakit tanaman jagung.

8. Mesin Inferensi

Mesin inferensi merupakan otak dari sistem pakar yang berfungsi untuk memandu proses penalaran terhadap suatu kondisi, berdasarkan pada basis pengetahuan yang tersedia. Metode inferensi yang digunakan pada sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung adalah *forward chaining*, dimana proses penalaran dilakukan dengan menganalisa data masukan berupa gejala

penyakit untuk mendapatkan hasil diagnosa berupa jenis penyakit dan saran penanganannya. Diagram alir dari sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram alir sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung.

9. Hasil Diagnosa

Hasil diagnosa merupakan hasil akhir dari sistem yang diperoleh berdasarkan masukan yang diberikan oleh pengguna dan diproses oleh sistem. Hasil diagnosa pada penelitian ini adalah jenis penyakit tanaman jagung dan nilai kepercayaan sistem (dalam persen) terhadap penyakit tersebut.

10. Fasilitas Penjelas

Fasilitas penjelas memberikan penjelasan kepada pengguna dalam pengambilan keputusan oleh sistem. Pada penelitian ini, sistem akan memberikan penjelasan mengenai penyakit pada tanaman jagung, persentase keyakinan terhadap penyakit, dan saran penanganannya.

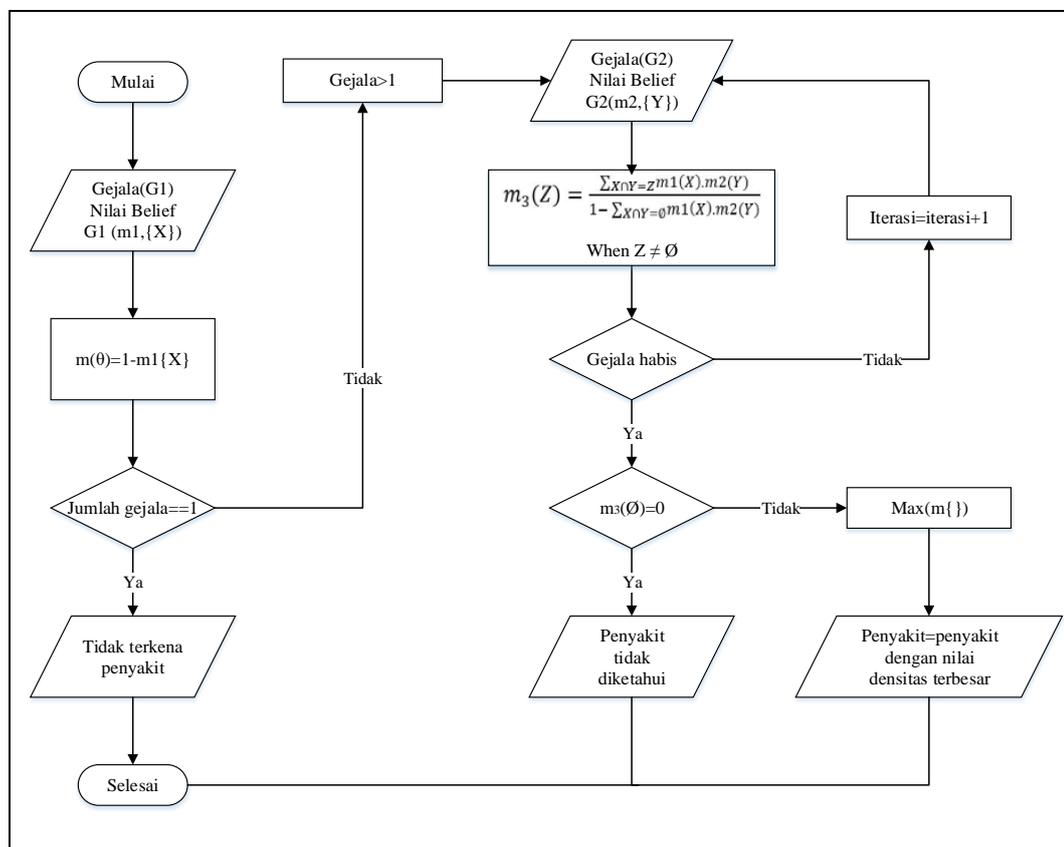
3.4 Nilai *Belief* Suatu Gejala terhadap Suatu Penyakit

Perhitungan nilai kepastian atau densitas untuk diagnosa penyakit tanaman jagung dengan metode *Dempster-Shafer* memerlukan nilai *belief* dari setiap gejala yang ada. Nilai *belief* ini didapatkan dari pengalaman pakar saat mendiagnosa penyakit tanaman jagung dimana nilai *belief* memiliki rentang 0 sampai dengan 1 pada metode *Dempster-Shafer*. Pada penelitian ini, nilai *belief* didapatkan dari 3 orang pakar. Nilai *belief* yang diberikan masing-masing pakar kemudian digabungkan untuk mendapatkan nilai akhir kepercayaan yang ditunjukkan pada Persamaan (3-1) dan dapat dilihat pada lampiran 4.

$$\text{Nilai akhir kepercayaan gejala } (X) = \frac{\text{nilai belief pakar 1} + \text{nilai belief pakar 2} + \text{nilai belief pakar 3}}{3} \quad (3-1)$$

3.5 Proses Perhitungan

Algoritma proses perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer* dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Algoritma proses perhitungan menggunakan metode *Dempster-Shafer*.

Pada Tabel 3.1, diberikan contoh kasus yang akan dihitung menggunakan algoritma sesuai dengan Gambar 3.4.

Tabel 3.1 Contoh kasus yang akan diselesaikan dengan metode *Dempster-Shafer*.

Gejala	Nama Penyakit	Nilai <i>Belief</i>
Terdapat garis-garis berwarna agak kekuningan (klorotik) memanjang sejajar tulang daun (G01)	(P01) Penyakit Bulai	0.95
	(P08) Penyakit Mosaik Jagung	0.9
Tanaman terlihat kerdil (G02)	(P01) Penyakit Bulai	0.95
	(P08) Penyakit Mosaik Jagung	0.7833
Daun berwarna mosaik atau hijau (G25)	(P08) Penyakit Mosaik Jagung	0.6167

- a. Gejala G01 : Terdapat garis-garis berwarna agak kekuningan (klorotik) memanjang sejajar tulang daun

Dilakukan observasi terdapat garis-garis berwarna agak kekuningan (klorotik) memanjang sejajar tulang daun sebagai gejala dari penyakit dengan nilai $m\{P01\} = 0.95$ dan $m\{P08\} = 0.9$ untuk mendapatkan nilai densitas pada m_1 maka dilakukan perhitungan:

$$m_1 = \frac{0.95+0.9}{2} = 0.925$$

$$m_1(\theta) = 1 - 0.925 = 0.075$$

- b. Gejala G04 : Tanaman terlihat kerdil

Dilakukan observasi tanaman terlihat kerdil sebagai gejala dari penyakit dengan nilai $m\{P01\} = 0.95$ dan $m\{P08\} = 0.7833$, maka:

$$m_2 = \frac{0.95+0.7833}{2} = 0.8667$$

$$m_2(\theta) = 1 - 0.8667 = 0.1333$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan m_3 dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Aturan kombinasi m_3 untuk contoh kasus perhitungan *Dempster-Shafer*

m1	m2	
	$m_2\{P01, P08\} = 0.8667$	$m_2\{\theta\} = 0.1333$
$m_1\{P01, P08\} = 0.925$	$\{P01, P08\} = 0.925 \times 0.8667 = 0.8017$	$\{P01, P08\} = 0.925 \times 0.1333 = 0.1233$
$m_1\{\theta\} = 0.075$	$\{P01, P08\} = 0.075 \times 0.8667 = 0.065$	$\Theta = 0.075 \times 0.1333 = 0.01$

Sehingga:

$$m_3\{P01, P08\} = \frac{0.8017+0.065+0.1233}{1-0} = 0.99$$

$$m_3(\theta) = \frac{0.01}{1-0} = 0.01$$

c. Gejala G25 : Daun berwarna mosaik atau hijau

Dilakukan observasi daun berwarna mosaik atau hijau sebagai gejala dari penyakit dengan nilai $m\{P08\} = 0.6167$, maka:

$$m_4\{P08\} = 0.6167$$

$$m_4(\theta) = 1 - 0.6167 = 0.3833$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan m_5 dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Aturan kombinasi m_5 untuk contoh kasus perhitungan *Dempster-Shafer*

m3	m4	
	$m_4\{P08\} = 0.6167$	$m_4\{\theta\} = 0.3833$
$m_3\{P01, P08\} = 0.99$	$\{P08\} = 0.99 \times 0.6167 = 0.6105$	$\{P01, P08\} = 0.99 \times 0.3833 = 0.3795$
$m_3\{\theta\} = 0.01$	$\{P08\} = 0.01 \times 0.6167 = 0.0062$	$\Theta = 0.01 \times 0.3833 = 0.0038$

Sehingga:

$$m_5\{P08\} = \frac{0.6105+0.0062}{1-0} = 0.6167$$

$$m_5\{P01, P08\} = \frac{0.3795}{1-0} = 0.3795$$

$$m_5(\theta) = \frac{0.0038}{1-0} = 0.0038$$

Dari perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer*, nilai densitas yang paling tinggi adalah 0.6167 sehingga dapat disimpulkan penyakit yang menyerang tanaman jagung kemungkinan adalah P08 dimana P08 merupakan kode penyakit Mosaik jagung. Tanaman jagung kemungkinan terserang penyakit Mosaik Jagung sebesar 61.67%.

Pada Tabel 3.4, diberikan contoh kasus lain yang akan dihitung menggunakan algoritma sesuai dengan Gambar 3.4.

Tabel 3.4 Contoh kasus yang akan diselesaikan dengan metode *Dempster-Shafer*.

Gejala	Nama Penyakit	Nilai <i>Belief</i>
Daun layu dan kering (G07)	(P02) Penyakit Karat Daun	0.5833
	(P06) Penyakit Busuk Batang	0.6333
Bercak kecil berbentuk oval pada daun (G08)	(P02) Penyakit Karat Daun	0.95
	(P04) Penyakit Hawar Daun	0.8333

a. Gejala G07 : Daun layu dan kering

Dilakukan observasi daun layu dan kering sebagai gejala dari penyakit dengan nilai $m\{P02\} = 0.5833$ dan $m\{P06\} = 0.6333$, maka:

$$m_1 = \frac{0.5833+0.6333}{2} = 0.6083$$

$$m_1(\theta) = 1 - 0.6083 = 0.3917$$

b. Gejala G08 : Bercak kecil berbentuk oval pada daun

Dilakukan observasi terdapat bercak kecil berbentuk oval pada daun sebagai gejala dari penyakit dengan nilai $m\{P02\} = 0.95$ dan $m\{P04\} = 0.833$, maka:

$$m_2 = \frac{0.95+0.8333}{2} = 0.8917$$

$$m_2(\theta) = 1 - 0.8917 = 0.1083$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan m_3 dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Aturan kombinasi m_3 untuk contoh kasus perhitungan *Dempster-Shafer*

m1	m2	
	$m_2\{P02, P04\} = 0.8917$	$m_2\{\theta\} = 0.1083$
$m_1\{P02, P06\} = 0.6083$	$\{P02\} =$ 0.6083×0.8917 $= 0.5424$	$\{P02, P06\} =$ 0.6083×0.1083 $= 0.0659$
$m_1\{\theta\} = 0.3917$	$\{P02, P04\} =$ 0.3917×0.8917 $= 0.3492$	$\Theta = 0.3917 \times 0.1083$ $= 0.0424$

Sehingga:

$$m_3\{P02\} = \frac{0.5424}{1-0} = 0.5424$$

$$m_3\{P02, P04\} = \frac{0.3492}{1-0} = 0.3492$$

$$m_3\{P02, P06\} = \frac{0.0659}{1-0} = 0.0659$$

$$m_3(\theta) = \frac{0.0424}{1-0} = 0.0424$$

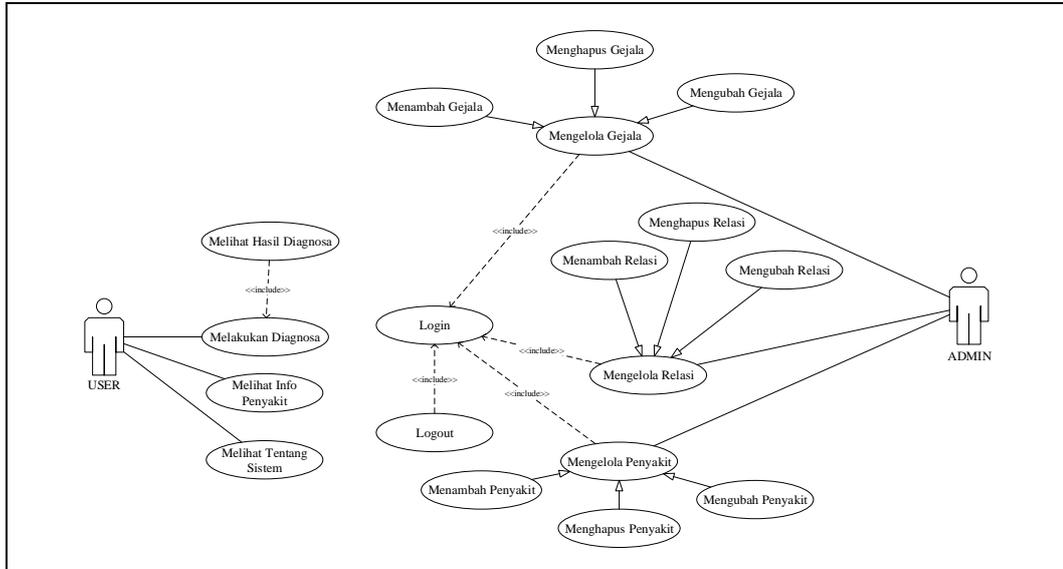
Dari perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer*, nilai densitas yang paling tinggi adalah 0.5424 sehingga dapat disimpulkan penyakit yang menyerang tanaman jagung kemungkinan adalah P02 yang merupakan kode penyakit Karat Daun sebesar 54.24%.

3.6 Perancangan Diagram

Pada tahap perancangan diagram, dilakukan dua perancangan yaitu perancangan *use case diagram* dan ERD (*entity relationship diagram*).

3.6.1 Perancangan Use Case Diagram

Use case diagram sistem pakar diagnosa penyakit tanaman jagung dapat dilihat pada Gambar 3.5.

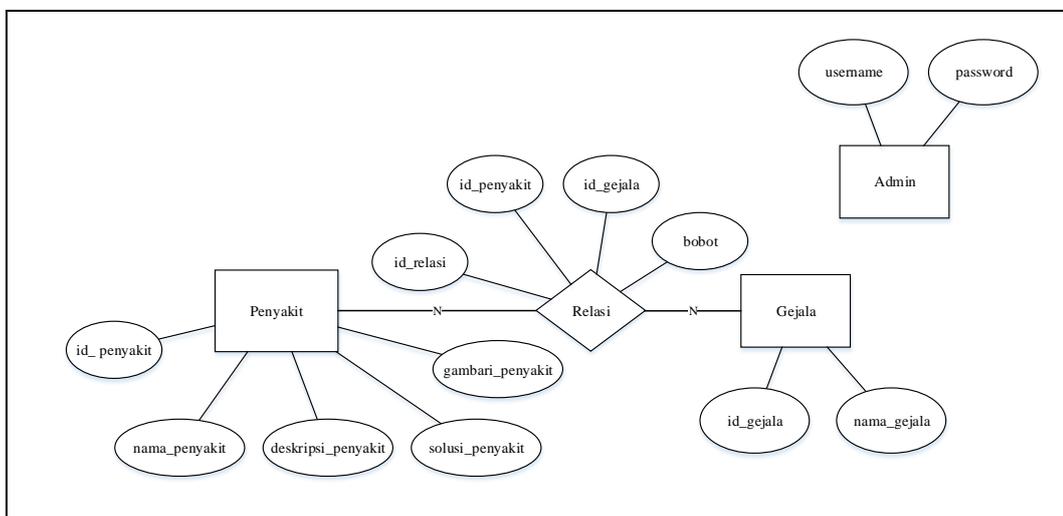


Gambar 3.5 Use case diagram sistem pakar diagnosa penyakit tanaman jagung.

Pada sistem yang akan dirancang terdapat dua orang *actor* yaitu admin (pakar) dan pengguna. Admin harus melakukan *login* terlebih dahulu untuk dapat masuk ke sistem. Admin dapat mengelola data gejala, penyakit, dan relasi. Sedangkan pengguna hanya dapat melakukan diagnosa, melihat hasil diagnosa dan melihat penyakit tanpa perlu melakukan *login* terlebih dahulu.

3.6.2 Perancangan ERD (Entity Relationship Diagram)

ERD sistem pakar diagnosa penyakit tanaman jagung dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 ERD sistem pakar diagnosa penyakit tanaman jagung.

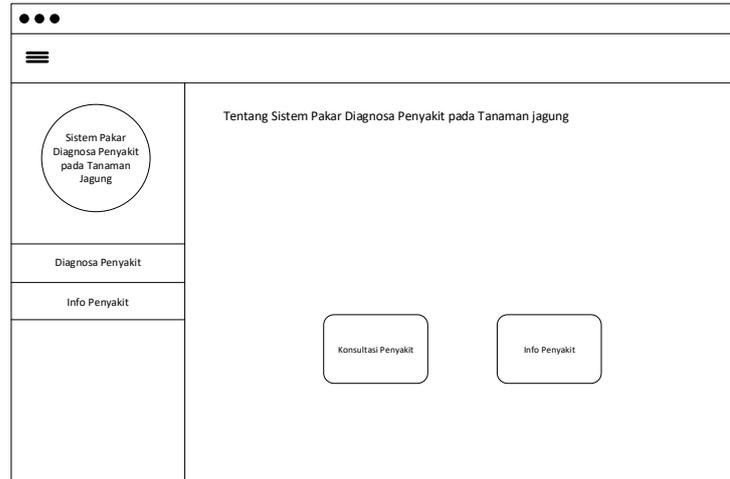
Terdapat empat entitas pada sistem yaitu entitas Admin, Gejala, Relasi, dan Penyakit. Entitas “Gejala” hanya menampung id_gejala dan nama_gejala di mana id_gejala sebagai *primary key* pada entitas “Gejala”. Entitas “Gejala” memiliki relasi dengan entitas “Penyakit”, dimana banyak gejala berhubungan dengan banyak penyakit sehingga menciptakan entitas baru dengan nama “Relasi”. Entitas “Relasi” menampung id_relasi sebagai *primary key*, id_penyakit dan id_gejala sebagai *foreign key* dan bobot yang menyimpan nilai belief dari suatu gejala yang berelasi dengan suatu penyakit. Entitas “Penyakit” menampung id_penyakit sebagai *primary key*, nama penyakit, deskripsi penyakit, solusi penyakit, dan gambar penyakit. Entitas terakhir yaitu entitas “Admin” yang tidak berelasi dengan entitas manapun dikarenakan hanya menampung data *username* dan *password* dari admin agar dapat dilakukannya *login*.

3.7 Rancangan Antarmuka Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Tanaman Jagung

Antarmuka pada sistem berguna untuk memudahkan pengguna dalam berinteraksi dengan sistem. Pada sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung yang akan dibangun terdiri dari antarmuka beranda, menu diagnosa penyakit, dan menu info penyakit untuk *user* dan antarmuka *login*, beranda, data penyakit, data gejala, dan data relasi untuk admin.

3.7.1 Antarmuka Beranda

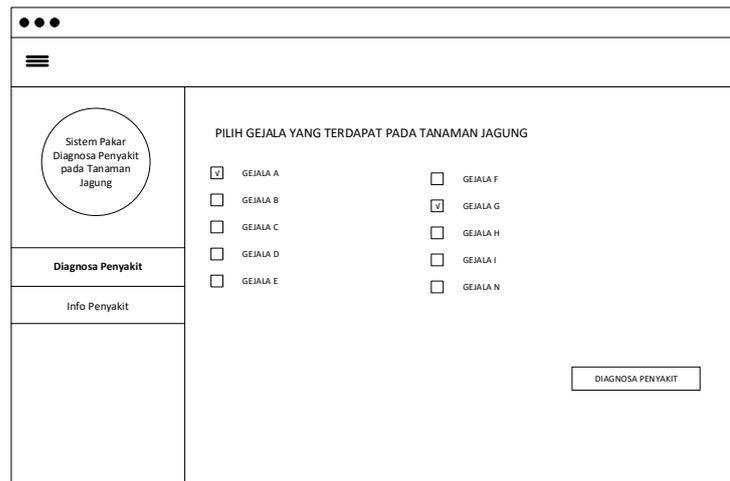
Antarmuka beranda merupakan tampilan awal ketika pengguna membuka *website*. Pada antarmuka beranda akan ditampilkan tata cara penggunaan sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung. Selain itu, pada antarmuka ini juga akan ditampilkan menu yang tersedia pada sistem seperti menu diagnosa penyakit dan info penyakit. Rancangan antarmuka beranda dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Rancangan antarmuka beranda.

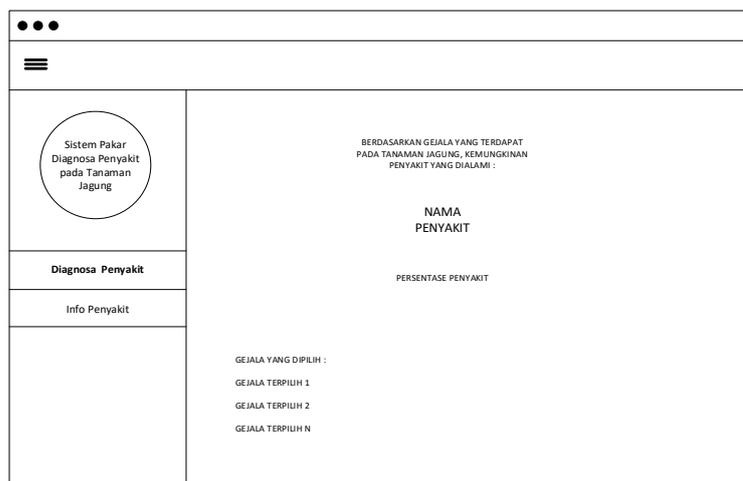
3.7.2 Antarmuka Menu Diagnosa Penyakit

Antarmuka menu diagnosa penyakit menampilkan seluruh gejala yang tersimpan dalam *database* pada sistem. Gejala pada sistem dapat dipilih dengan menandai *button checklist* yang tersedia. Untuk mendapatkan hasil diagnosa, pengguna terlebih dahulu harus menekan tombol diagnosa penyakit. Rancangan antarmuka menu konsultasi penyakit dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Rancangan antarmuka menu konsultasi penyakit.

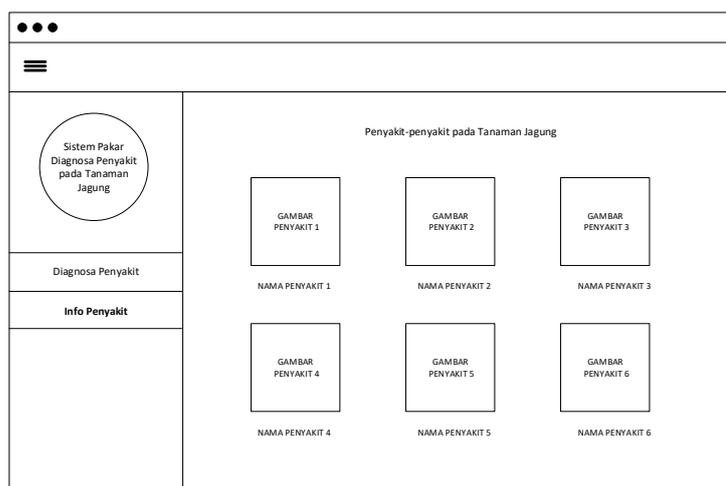
Antarmuka hasil diagnosa penyakit menampilkan hasil diagnosa yang terdiri dari kemungkinan penyakit berdasarkan gejala yang dipilih beserta persentase dari penyakit tersebut. Rancangan antarmuka hasil diagnosa penyakit dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Rancangan antarmuka hasil diagnosa penyakit.

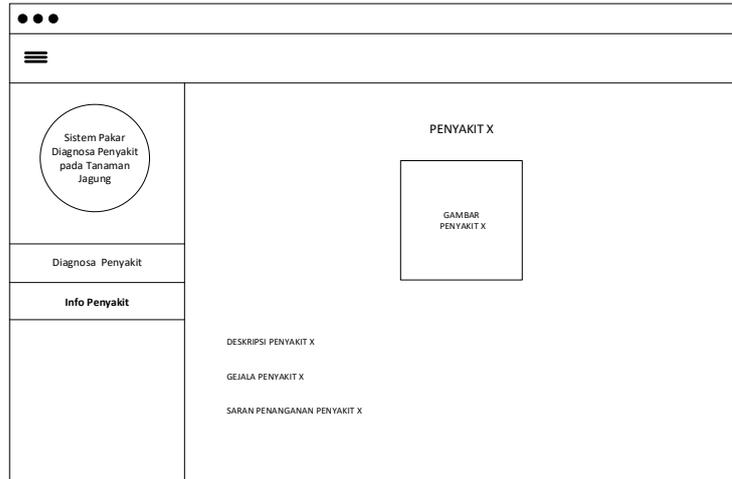
3.7.3 Antarmuka Menu Info Penyakit

Antarmuka menu info penyakit menampilkan seluruh penyakit yang tersimpan dalam *database* pada sistem. Pada menu ini, akan ditampilkan nama dan gambar dari penyakit yang tersedia. Untuk informasi lebih detail, pengguna harus memilih salah satu penyakit dengan mengklik nama/gambar penyakit terlebih dahulu. Rancangan antarmuka menu info penyakit dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Rancangan antarmuka menu info penyakit.

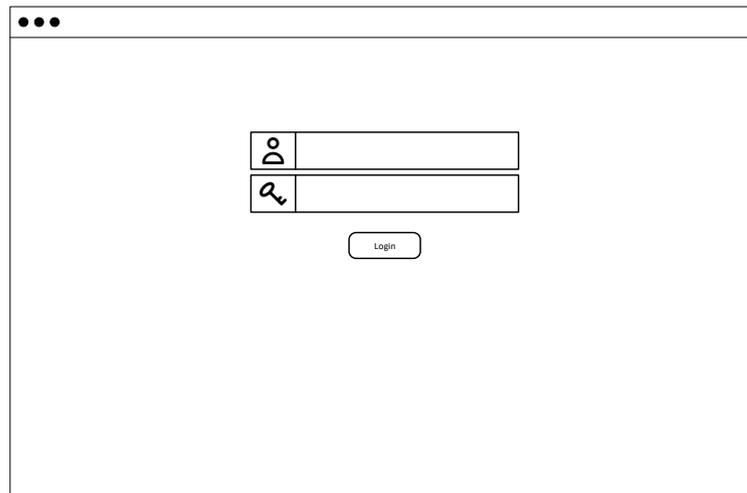
Antarmuka info penyakit yang dipilih menampilkan data penyakit yang tersimpan dalam *database* pada sistem. Pada menu ini, akan ditampilkan informasi detail dari penyakit yang telah dipilih, seperti, nama, gambar, deskripsi, gejala, dan saran penanganan dari penyakit tersebut. Rancangan antarmuka info penyakit yang dipilih dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Rancangan antarmuka penyakit yang dipilih.

3.7.4 Antarmuka Menu Login Admin

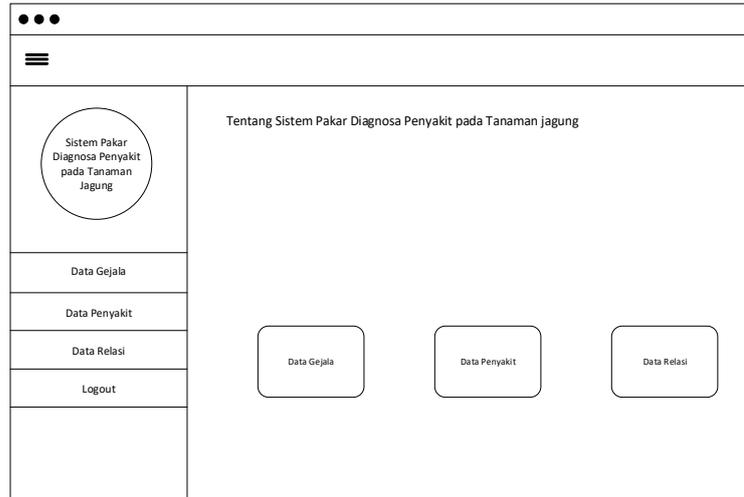
Antarmuka menu login digunakan admin untuk melakukan *login* ke sistem. Login dapat dilakukan dengan memasukkan *username* dan *password* yang berlaku ke dalam kolom yang tersedia. Rancangan antarmuka menu *login* dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Rancangan antarmuka menu *login*.

3.7.5 Antarmuka Beranda Admin

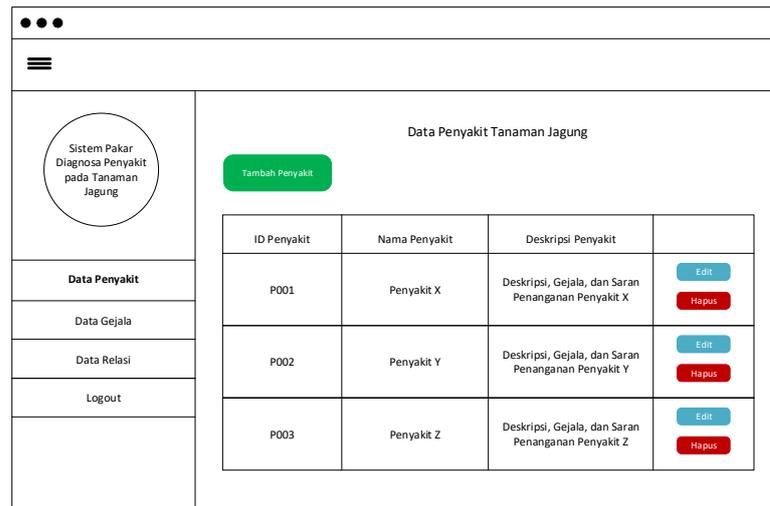
Antarmuka beranda merupakan tampilan admin melakukan login. Pada antarmuka beranda akan ditampilkan tata cara penggunaan sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung. Selain itu, pada antarmuka ini juga akan ditampilkan menu yang tersedia pada sistem seperti menu data penyakit, data gejala, dan data relasi. Rancangan antarmuka beranda admin dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Rancangan antarmuka beranda admin.

3.7.6 Antarmuka Menu Data Penyakit

Antarmuka menu data penyakit menampilkan seluruh penyakit yang tersimpan dalam *database* pada sistem. Pada menu ini, akan ditampilkan ID, nama dan deskripsi dari penyakit yang tersedia. Selain itu, pada menu ini, admin juga dapat melakukan tambah, *edit*, dan hapus penyakit. Rancangan antarmuka menu data penyakit dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Rancangan antarmuka menu data penyakit.

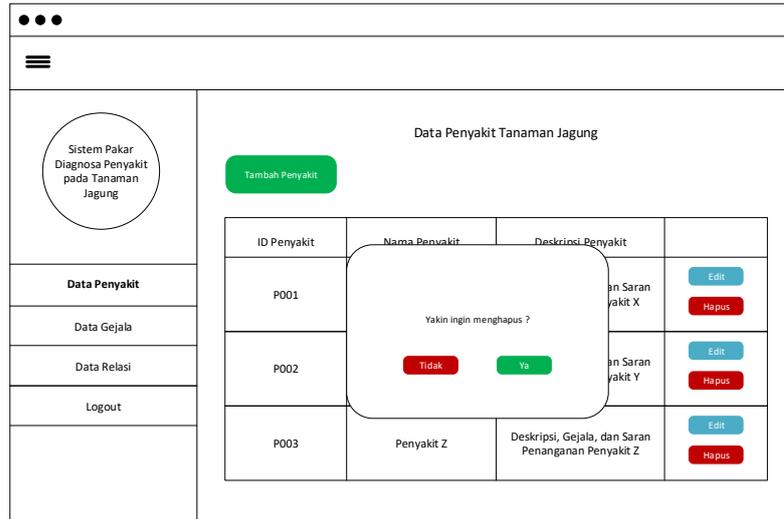
Apabila admin memilih tambah penyakit pada menu data penyakit, maka admin akan diarahkan ke halaman tambah penyakit. Pada halaman ini, admin akan diminta mengisi kolom yang tersedia seperti ID, nama, dan deskripsi dari penyakit. Rancangan antarmuka halaman tambah penyakit dapat dilihat pada Gambar 3.15.

Gambar 3.15 Rancangan antarmuka halaman tambah penyakit.

Apabila admin memilih *edit* penyakit pada menu data penyakit, maka admin akan diarahkan ke halaman *edit* penyakit. Pada halaman ini, admin akan diminta mengisi kolom yang telah terisikan sebelumnya dengan data yang baru seperti ID, nama, dan deskripsi dari penyakit. Rancangan antarmuka halaman *edit* penyakit dapat dilihat pada Gambar 3.16.

Gambar 3.16 Rancangan antarmuka halaman *edit* penyakit.

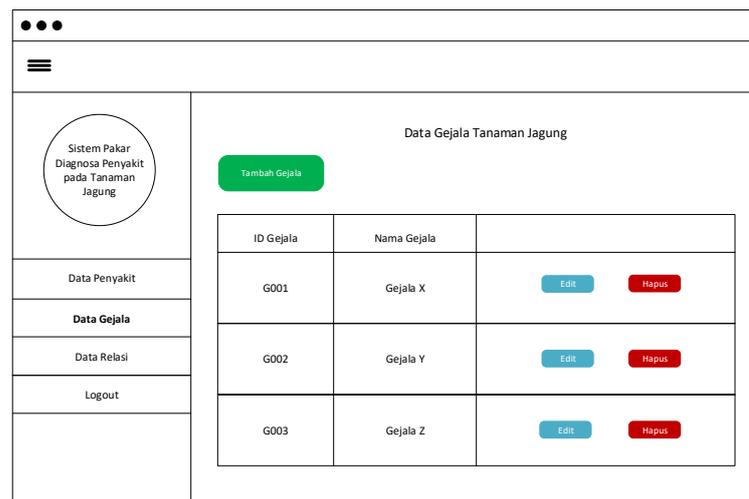
Apabila admin memilih hapus penyakit pada menu data penyakit, maka akan ditampilkan *pop-up* pada halaman ini untuk meyakinkan admin apakah data penyakit akan dihapus atau tidak. Rancangan antarmuka hapus penyakit dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Rancangan antarmuka untuk hapus penyakit.

3.7.7 Antarmuka Menu Data Gejala

Antarmuka menu data gejala menampilkan seluruh gejala yang tersimpan dalam *database* pada sistem. Pada menu ini, akan ditampilkan ID dan nama dari gejala yang tersedia. Selain itu, pada menu ini, admin juga dapat melakukan tambah, *edit*, dan hapus gejala. Rancangan antarmuka menu data gejala dapat dilihat pada Gambar 3.18.

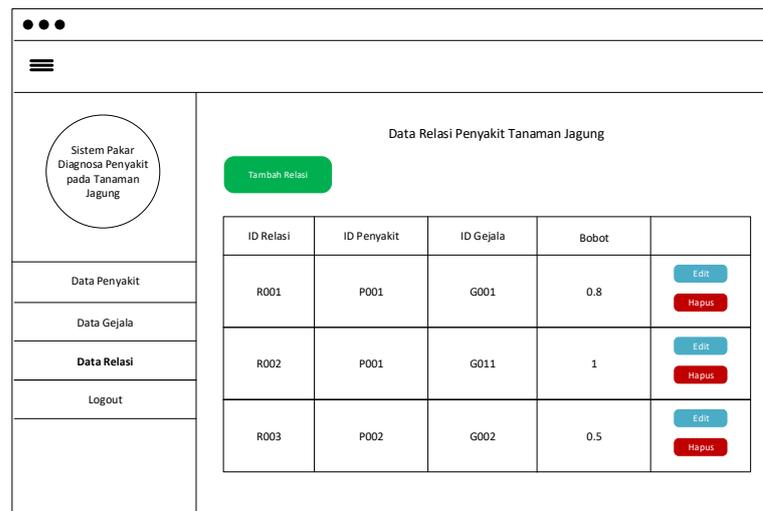


Gambar 3.18 Rancangan antarmuka menu data gejala.

3.7.8 Antarmuka Menu Data Relasi

Antarmuka menu data relasi menampilkan seluruh relasi antara gejala dan penyakit yang tersimpan pada sistem. Pada menu ini, akan ditampilkan ID dari relasi, penyakit, dan gejala serta bobot untuk tiap relasi yang tersedia. Selain itu,

pada menu ini, admin juga dapat melakukan tambah, *edit*, dan hapus relasi. Rancangan antarmuka menu data relasi dapat dilihat pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19 Rancangan antarmuka menu data relasi.

3.8 Teknik Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kelayakan sistem yang telah dibuat dan kesesuaian hasil yang diberikan oleh sistem. Pengujian sistem juga dilakukan untuk mencari kesalahan atau *error* pada kode program. Adapun pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengujian *black box*, pengujian dengan “perhitungan teoritis”, pengujian akurasi sistem, dan pengujian MOS (*Mean Opinion Score*).

3.8.1 Pengujian *Black Box*

Pengujian *black box* merupakan pengujian fungsionalitas dari perangkat lunak yang dibangun tanpa mengetahui struktur internal atau kode program. Pengujian ini dilakukan dengan melihat keluaran yang dihasilkan sistem berdasarkan dari data atau kondisi masukan yang diberikan untuk fungsi yang ada dalam sistem tanpa melihat bagaimana keluaran tersebut diproses. Pengujian ini juga dapat mengukur kemampuan sistem dalam memenuhi kebutuhan pengguna serta mengetahui kesalahan-kesalahan pada sistem berdasarkan keluaran yang dihasilkan. Pengujian ini akan dilakukan pada 5 orang responden (mahasiswa) yang merupakan Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Universitas Mataram. Jika kondisi masukan yang diberikan pada setiap fitur yang ada dalam sistem telah sesuai dengan hasil keluaran yang diharapkan, maka sistem dapat dinyatakan sudah

berjalan sesuai dengan fungsionalitasnya. Hasil dari pengujian ini berupa persentase kesesuaian dari fungsionalitas sistem.

3.8.2 Pengujian dengan “Perhitungan Teoritis”

Pengujian dengan “perhitungan teoritis” merupakan pengujian yang dilakukan oleh pengembang sistem dengan tujuan untuk melihat kesesuaian antara hasil perhitungan sistem pakar yang dibangun dengan hasil perhitungan manual. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan metode *Dempster-Shafer* yang dihasilkan oleh sistem pakar yang dibangun dengan perhitungan manual. Pengujian dengan “perhitungan teoritis” pada penelitian ini akan dilakukan pada 1 kasus. Hasil dari pengujian ini adalah mengetahui kesesuaian antara hasil perhitungan sistem dengan hasil perhitungan manual pada 1 kasus yang dilakukan.

3.8.3 Pengujian Akurasi Sistem

Pengujian akurasi sistem merupakan pengujian yang bertujuan untuk melihat performa sistem pakar yang dibangun dalam memberikan kesimpulan hasil diagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Pengujian akurasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil diagnosa pakar pertanian dengan hasil diagnosa yang diberikan oleh sistem berdasarkan gejala yang dipilih. Pengujian akurasi sistem pada penelitian ini akan menggunakan 30 contoh kasus yang akan diuji pada 3 pakar. Data kasus yang akan digunakan berasal dari data *real* penyakit pada tanaman jagung yang ditemukan di lapangan dan data pengalaman pakar 3. Pengujian ini akan menghasilkan persentase akurasi sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* untuk menghasilkan kesimpulan jenis penyakit pada tanaman jagung. Pada pengujian ini akan dilakukan dua skenario perhitungan tingkat akurasi, yaitu perhitungan tingkat akurasi berdasarkan nilai rata-rata dari nilai *belief* ketiga pakar dan berdasarkan nilai *belief* masing-masing pakar. Perhitungan tingkat akurasi sistem ditunjukkan pada Persamaan (3-2).

$$\text{Nilai keakuratan} = \frac{\text{jumlah yang sesuai}}{\text{jumlah kasus}} \times 100\% \quad (3-2)$$

3.8.4 Pengujian MOS (*Mean Opinion Score*)

Pengujian MOS merupakan pengujian sistem dari sisi pengguna dengan tujuan untuk mendapatkan tanggapan dari responden mengenai sistem melalui daftar pertanyaan atau kuesioner yang diberikan. Kuesioner dalam penelitian ini ditujukan untuk 22 responden dengan rincian sebagai berikut:

- a. Mahasiswa, yang terdiri dari 10 orang mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Universitas Mataram dengan topik dari daftar pertanyaan atau kuesioner berkaitan dengan tampilan dan fitur-fitur yang ada dalam sistem.
- b. Penyuluh pertanian, yang terdiri dari 5 orang penyuluh pertanian dengan topik dari daftar pertanyaan atau kuesioner berkaitan dengan kemampuan sistem dalam melakukan diagnosa penyakit dan kemampuan dari sistem pakar yang dibangun dalam memberikan informasi mengenai penyakit pada tanaman jagung.
- c. Petani, yang terdiri dari 7 orang petani dengan topik dari daftar pertanyaan atau kuesioner berkaitan dengan kemudahan dalam penggunaan sistem yang akan dibangun dan kesesuaian informasi yang diberikan dengan kebutuhan para petani.

Pada pengujian ini, responden terlebih dahulu akan memberikan penilaian terhadap sistem melalui kuesioner dan kemudian hasil kuesioner tersebut akan dihitung menggunakan parameter MOS (*Mean Opinion Score*). Kuesioner untuk memberikan penilaian terhadap sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* akan diisi oleh responden sesuai dengan bobot nilai yang ada pada Tabel 3.4.

Tabel 3.6 Skala *opinion* dan bobot[8].

Jawaban	Keterangan	Bobot Nilai (Bi)	Kelompok
SS	Sangat Setuju	5	<i>Good</i>
S	Setuju	4	<i>Good</i>
TT	Tidak Tahu	3	<i>Neutral</i>
TS	Tidak Setuju	2	<i>Bad</i>
STS	Sangat Tidak Setuju	1	<i>Bad</i>

Berdasarkan penilaian yang diberikan oleh responden pada setiap pertanyaan kuesioner kemudian akan dihitung skor rata-rata jawaban seperti pada Persamaan (3-3).

$$\mu_{p_i}(Z) = \frac{\sum S_i \cdot B_i}{n} \quad (3-3)$$

dimana:

μ_{p_i} = rata-rata skor setiap atribut pertanyaan

S_i = jumlah responden yang memilih setiap atribut jawaban

B_i = bobot setiap atribut pertanyaan

n = jumlah responden

Selanjutnya untuk mendapatkan kesimpulan hasil pengujian ini dilakukan dengan menghitung MOS berdasarkan total skor rata-rata pada seluruh atribut pertanyaan. Perhitungan MOS dilakukan seperti pada Persamaan (3-4).

$$MOS = \frac{\sum_{i=1}^k \mu_{p_i}}{k} \quad (3-4)$$

dimana:

MOS = total skor rata-rata seluruh atribut pertanyaan

k = jumlah atribut pertanyaan

Setelah hasil perhitungan MOS didapatkan maka selanjutnya kesimpulan hasil pengujian yang dinyatakan sebagai kualitas dari sistem pakar yang dibangun dilihat berdasarkan Tabel 3.6.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi *Database* Sistem

Database yang dibuat adalah *database* “jagung” yang terdiri dari empat tabel, yaitu tabel admin, gejala, penyakit, dan relasi. Tabel-tabel pada *database* jagung dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Table	Action	Rows	Type	Collation	Size	Overhead
admin	Browse Structure Search Insert Empty Drop	3	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KiB	-
gejala	Browse Structure Search Insert Empty Drop	25	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KiB	-
penyakit	Browse Structure Search Insert Empty Drop	8	InnoDB	latin1_swedish_ci	16 KiB	-
relasi	Browse Structure Search Insert Empty Drop	29	InnoDB	latin1_swedish_ci	48 KiB	-
4 tables	Sum	65	InnoDB	latin1_swedish_ci	96 KiB	0 B

Gambar 4.1 Struktur *database* jagung.

Pada *database* “jagung”, terdapat beberapa tabel dengan atribut yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan dari sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung. Struktur dari masing-masing tabel dari *database* “jagung” adalah sebagai berikut.

4.1.1 Struktur Tabel Penyakit

Tabel penyakit terdiri dari lima *field* yaitu *id_penyakit*, *nama_penyakit*, *deskripsi_penyakit*, *solusi_penyakit*, dan *gambar_penyakit*. Struktur tabel penyakit dapat dilihat pada Gambar 4.2.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra	Action
1	id_penyakit	varchar(4)			No	None	Change Drop Primary	More
2	nama_penyakit	varchar(30)			No	None	Change Drop Primary	More
3	deskripsi_penyakit	text			No	None	Change Drop Primary	More
4	solusi_penyakit	text			No	None	Change Drop Primary	More
5	gambar_penyakit	varchar(100)			No	default.jpg	Change Drop Primary	More

Gambar 4.2 Struktur tabel penyakit.

Penjelasan dari masing-masing *field* pada tabel penyakit adalah sebagai berikut:

- a. *id_penyakit* merupakan *primary key* dari tabel penyakit. *id_penyakit* disimpan dalam format P001 dengan “P” sebagai kode yang menunjukkan penyakit dan “001” sebagai nomor urut penyimpanan penyakit. Jumlah penyakit yang dapat disimpan dalam *field* ini sebanyak 999 penyakit.

- b. nama_penyakit digunakan untuk menyimpan nama dari penyakit tanaman jagung dengan panjang kata maksimal 30 karakter.
- c. deskripsi_penyakit digunakan untuk menyimpan deskripsi dari penyakit tanaman jagung.
- d. solusi_penyakit digunakan untuk menyimpan solusi pengendalian dan saran penanganan dari penyakit yang menyerang tanaman jagung.
- e. gambar_penyakit digunakan untuk menyimpan gambar dari penyakit tanaman jagung.

4.1.2 Struktur Tabel Gejala

Tabel gejala terdiri dari dua *field* yaitu id_gejala dan nama_gejala. Struktur tabel gejala dapat dilihat pada Gambar 4.3.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra	Action
1	id_gejala	varchar(4)			No	None		Change Drop Primary Unique More
2	nama_gejala	varchar(200)			No	None	Primary	Change Drop Primary Unique More

Gambar 4.3 Struktur tabel gejala.

Penjelasan dari masing-masing *field* pada tabel gejala adalah sebagai berikut:

- a. id_gejala merupakan *primary key* dari tabel gejala. id_gejala disimpan dalam format G001 dengan “G” sebagai kode yang menunjukkan gejala dan “001” sebagai nomor urut penyimpanan gejala. Jumlah gejala yang dapat disimpan dalam *field* ini sebanyak 999 gejala.
- b. nama_gejala digunakan untuk menyimpan nama dari gejala yang terdapat pada tanaman jagung dengan panjang kata maksimal 30 karakter.

4.1.3 Struktur Tabel Relasi

Tabel relasi terdiri dari empat *field* yaitu id_relasi, id_penyakit, id_gejala, dan bobot. Struktur tabel relasi dapat dilihat pada Gambar 4.4.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra	Action
1	id_relasi	varchar(4)			No	None		Change Drop Primary Unique More
2	id_penyakit	varchar(4)			No	None	Primary	Change Drop Primary Unique More
3	id_gejala	varchar(4)			No	None	Primary	Change Drop Primary Unique More
4	bobot	float			No	None	Primary	Change Drop Primary Unique More

Gambar 4.4 Struktur tabel relasi.

Penjelasan dari masing-masing *field* pada tabel relasi adalah sebagai berikut:

- a. id_relasi merupakan *primary key* dari tabel relasi. id_relasi disimpan dalam format R001 dengan “R” sebagai kode yang menunjukkan relasi dan “001”

sebagai nomor urut penyimpanan relasi. Jumlah relasi yang dapat disimpan dalam *field* ini sebanyak 999 relasi.

- b. *id_penyakit* merupakan *foreign key* dari tabel penyakit.
- c. *id_gejala* merupakan *foreign key* dari tabel gejala.
- d. *bobot* digunakan untuk menyimpan nilai akhir *belief* dari suatu gejala.

4.1.4 Struktur Tabel Admin

Tabel admin terdiri dari dua *field* yaitu *username* dan *password*. Struktur tabel penyakit dapat dilihat pada Gambar 4.5.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra	Action
<input type="checkbox"/>	1	username			No	None		Change Drop Primary More
<input type="checkbox"/>	2	password			No	None		Change Drop Primary More

Gambar 4.5 Struktur tabel admin.

Penjelasan dari masing-masing *field* pada tabel relasi adalah sebagai berikut:

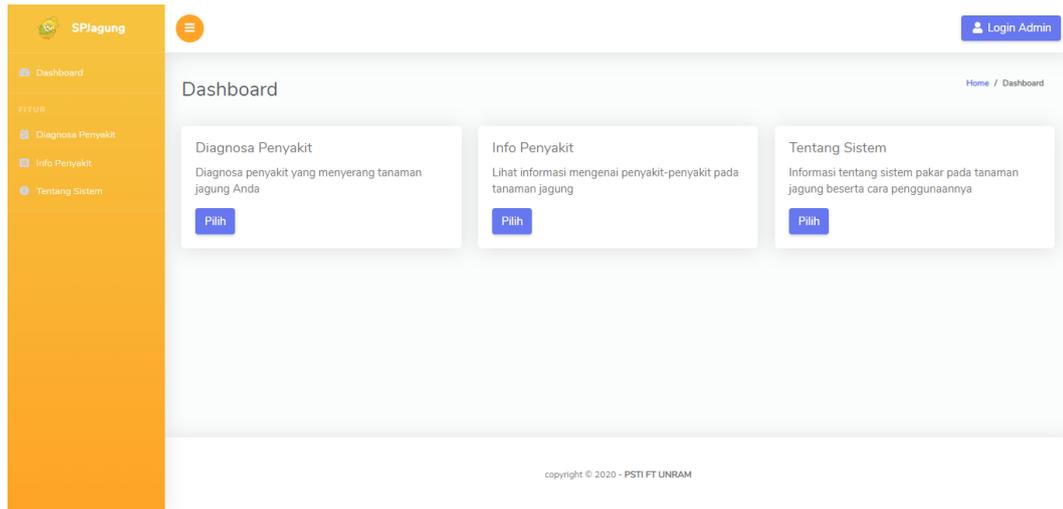
- a. *username* merupakan *primary key* dari tabel admin. *username* digunakan untuk menyimpan *username* pakar yang digunakan saat melakukan *login*.
- b. *password* digunakan untuk menyimpan *password login* admin. *password* admin menggunakan algoritma md5 untuk mengamankan *password*.

4.2 Implementasi Sistem Pakar

Implementasi sistem pakar ini akan membahas alur dan cara kerja beserta antarmuka dari sistem pakar penyakit pada tanaman jagung yang telah dibangun. Sistem pakar ini merupakan sistem berbasis *website*. Pada sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung yang telah dibangun terdiri dari halaman beranda utama, menu diagnosa penyakit, menu info penyakit, dan menu tentang sistem untuk *user* dan antarmuka *login*, beranda, data penyakit, data gejala, dan data relasi untuk admin. Berikut merupakan implementasi dari sistem pakar yang telah dibangun.

4.2.1 Halaman Beranda Utama

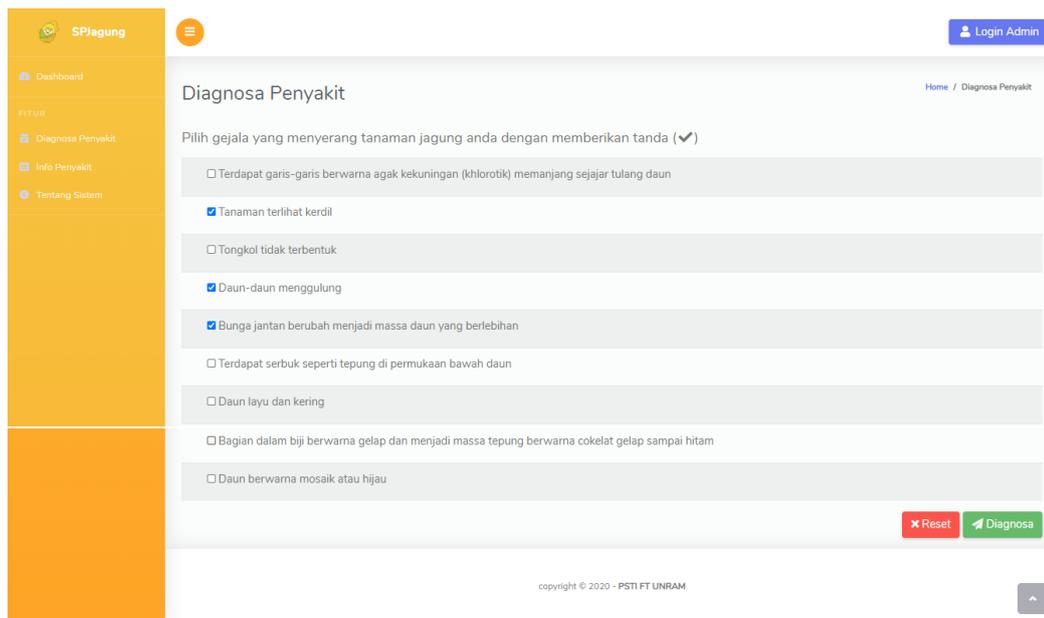
Halaman beranda utama merupakan tampilan awal ketika pengguna membuka *website*. Pada antarmuka beranda akan ditampilkan menu yang tersedia pada sistem seperti menu diagnosa penyakit, info penyakit, dan tentang sistem. Halaman beranda utama dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Halaman beranda utama.

4.2.2 Halaman Diagnosa Penyakit

Halaman diagnosa penyakit menampilkan seluruh gejala yang tersimpan dalam *database* pada sistem. Gejala pada sistem dapat dipilih dengan menandai tombol *checkboxlist* yang tersedia. Untuk mendapatkan hasil diagnosa, pengguna terlebih dahulu harus menekan tombol diagnosa. Apabila pengguna ingin menghapus seluruh gejala yang telah di-*checkboxlist* sebelumnya, pengguna dapat menekan tombol *reset*. Halaman diagnosa penyakit dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Halaman diagnosa penyakit.

4.2.3 Halaman Hasil Diagnosa

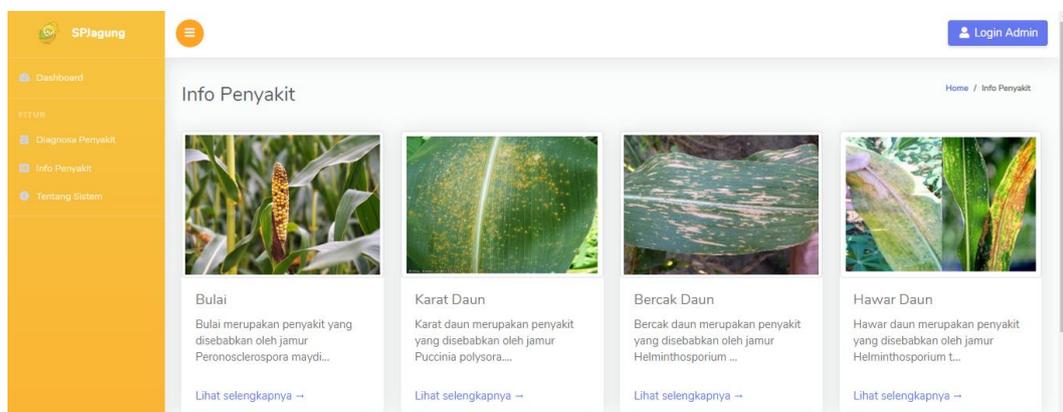
Halaman hasil diagnosa penyakit menampilkan hasil diagnosa yang terdiri dari nama penyakit yang kemungkinan menyerang tanaman jagung berdasarkan gejala yang dipilih pada halaman diagnosa penyakit beserta persentase dari penyakit tersebut. Halaman hasil diagnosa dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Halaman hasil diagnosa.

4.2.4 Halaman Info Penyakit

Halaman info penyakit menampilkan seluruh penyakit yang tersimpan dalam *database* pada sistem. Pada menu ini, akan ditampilkan nama, gambar, dan potongan deskripsi dari penyakit yang tersedia. Untuk informasi lebih detail, pengguna harus memilih salah satu penyakit dengan mengklik “lihat selengkapnya” terlebih dahulu. Halaman info penyakit dapat dilihat pada Gambar 4.9.

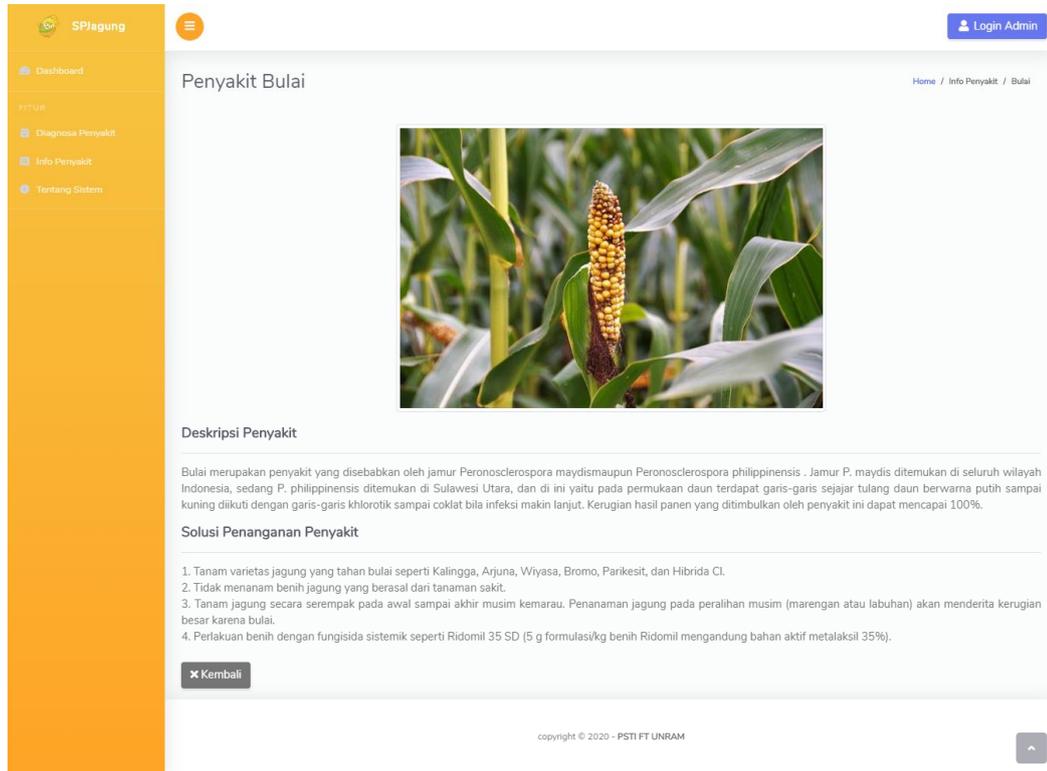


Gambar 4.9 Halaman info penyakit.

4.2.5 Halaman Detail Info Penyakit

Halaman detail info penyakit menampilkan data penyakit yang telah dipilih oleh pengguna. Pada menu ini, akan ditampilkan informasi detail dari penyakit

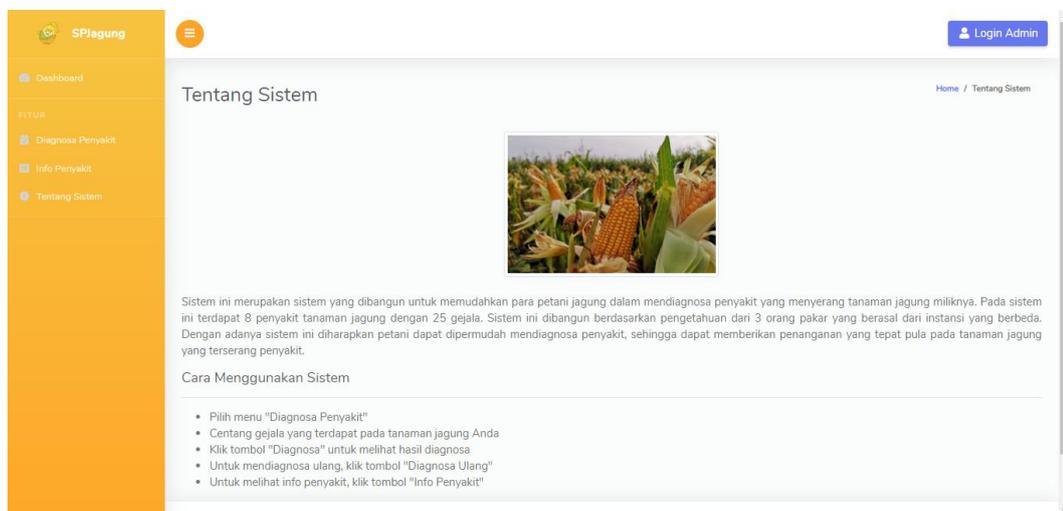
yang telah dipilih, seperti nama, gambar, deskripsi, dan saran penanganan dari penyakit tersebut. Halaman detail info penyakit yang dipilih dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Halaman detail info penyakit.

4.2.6 Halaman Tentang Sistem

Halaman tentang sistem menampilkan informasi tentang sistem dan cara penggunaan sistem. Halaman tentang sistem dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Halaman tentang sistem.

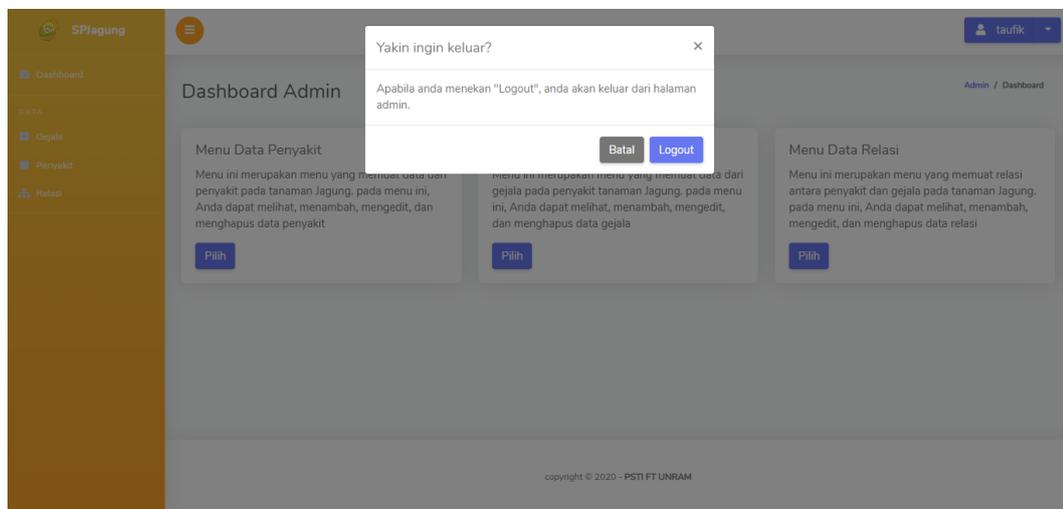
4.2.7 Halaman Login Admin

Halaman *login* digunakan admin untuk melakukan *login* ke sistem. *Login* dapat dilakukan dengan memasukkan *username* dan *password* yang valid ke dalam kolom yang tersedia. Halaman *login* dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Halaman *login* admin.

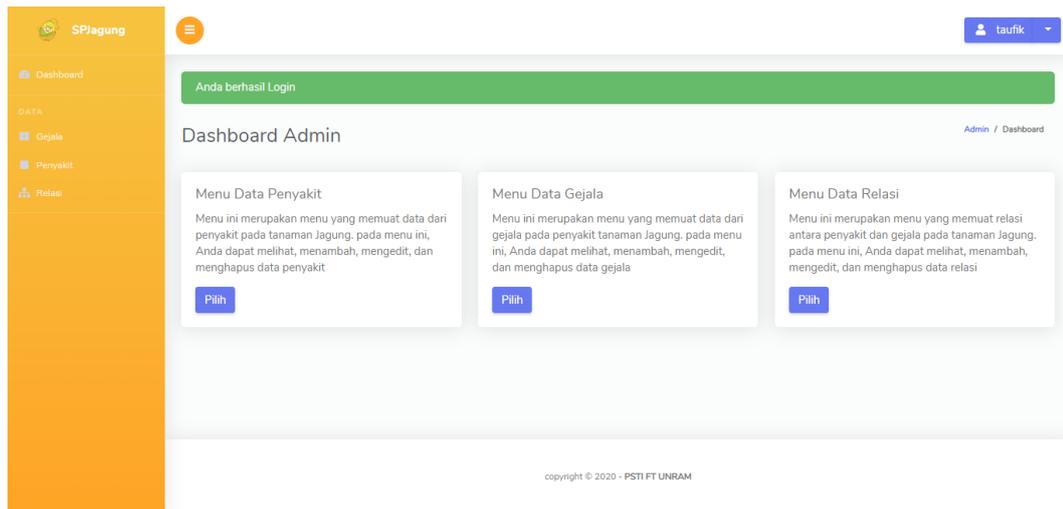
Apabila admin ingin keluar dari sistem, maka sistem akan menampilkan *pop-up logout*. Tampilan ketika admin ingin melakukan *logout* dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Tampilan *logout* admin.

4.2.8 Halaman Beranda Admin

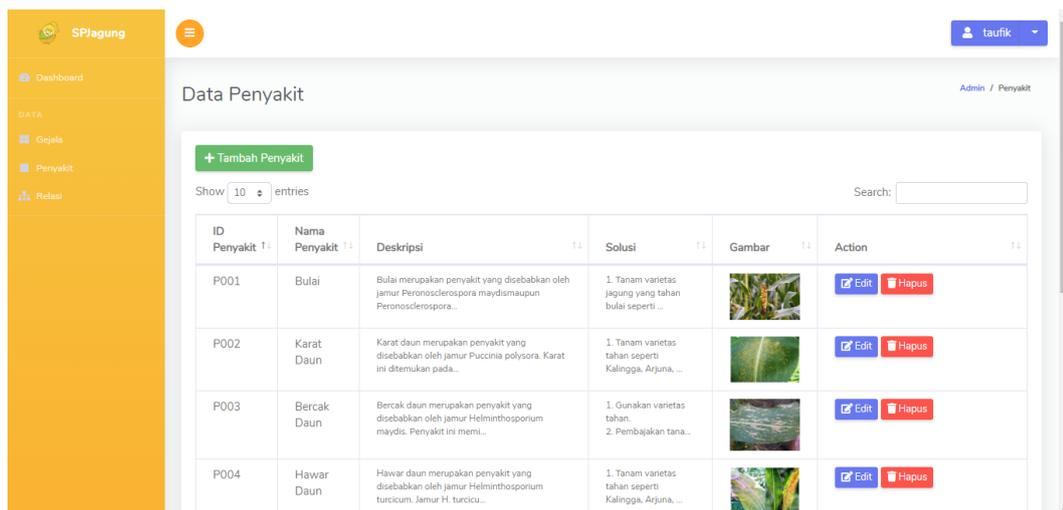
Halaman beranda admin merupakan halaman yang pertama kali ditampilkan setelah admin melakukan *login*. Pada halaman beranda admin akan ditampilkan menu yang tersedia pada sistem seperti menu data penyakit, data gejala, dan data relasi. Halaman beranda admin dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Halaman beranda admin.

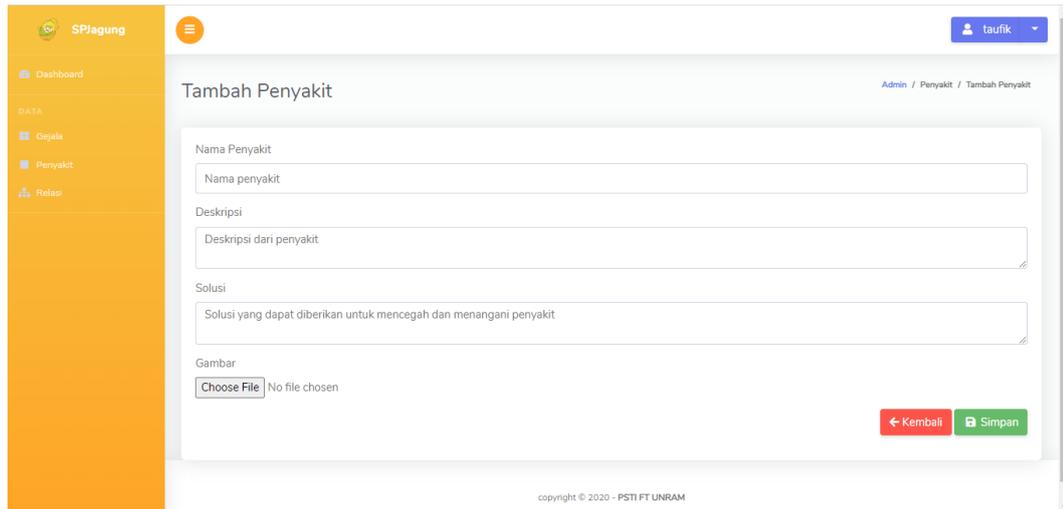
4.2.9 Halaman Data Penyakit

Halaman data penyakit menampilkan seluruh penyakit yang tersimpan dalam *database* pada sistem. Pada menu ini, akan ditampilkan ID, nama dan deskripsi dari penyakit yang tersedia. Selain itu, pada menu ini, admin juga dapat melakukan tambah, *edit*, dan hapus penyakit. Halaman data penyakit dapat dilihat pada Gambar 4.15.



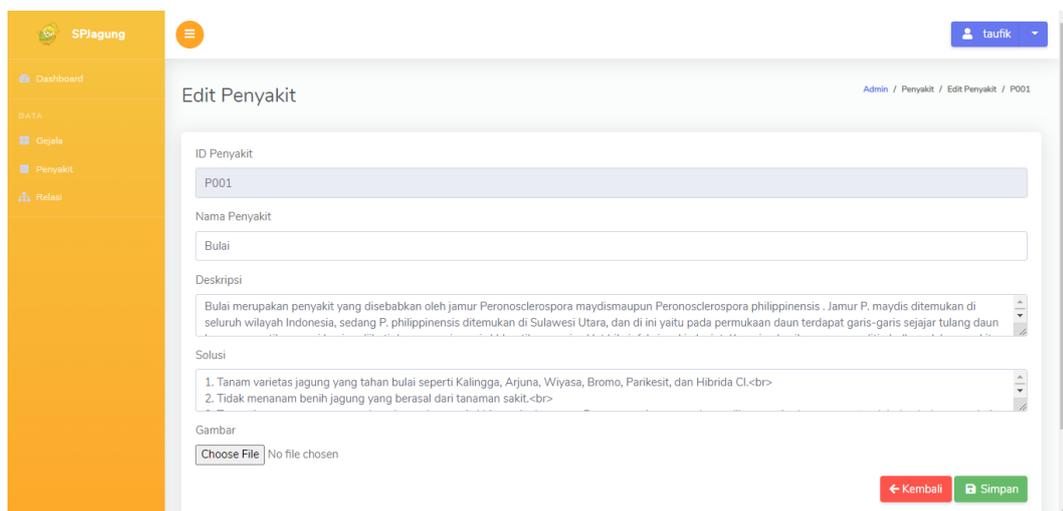
Gambar 4.15 Halaman data penyakit.

Apabila admin memilih tambah penyakit pada halaman data penyakit, maka admin akan diarahkan ke halaman tambah penyakit. Pada halaman ini, admin akan diminta mengisi kolom yang tersedia seperti nama, deskripsi, solusi, dan gambar dari penyakit. Halaman tambah penyakit dapat dilihat pada Gambar 4.16.



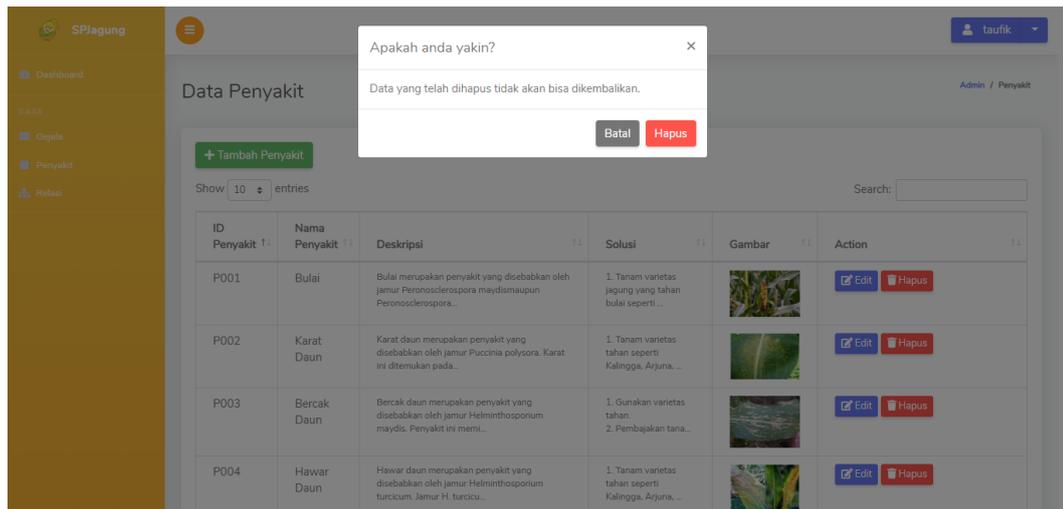
Gambar 4.16 Halaman tambah data penyakit.

Apabila admin memilih *edit* penyakit pada halaman data penyakit, maka admin akan diarahkan ke halaman *edit* penyakit. Pada halaman ini, admin akan diminta mengisi kolom yang telah terisikan sebelumnya dengan data yang baru seperti nama, deskripsi, solusi, dan gambar dari penyakit. Halaman *edit* penyakit dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Halaman *edit* data penyakit.

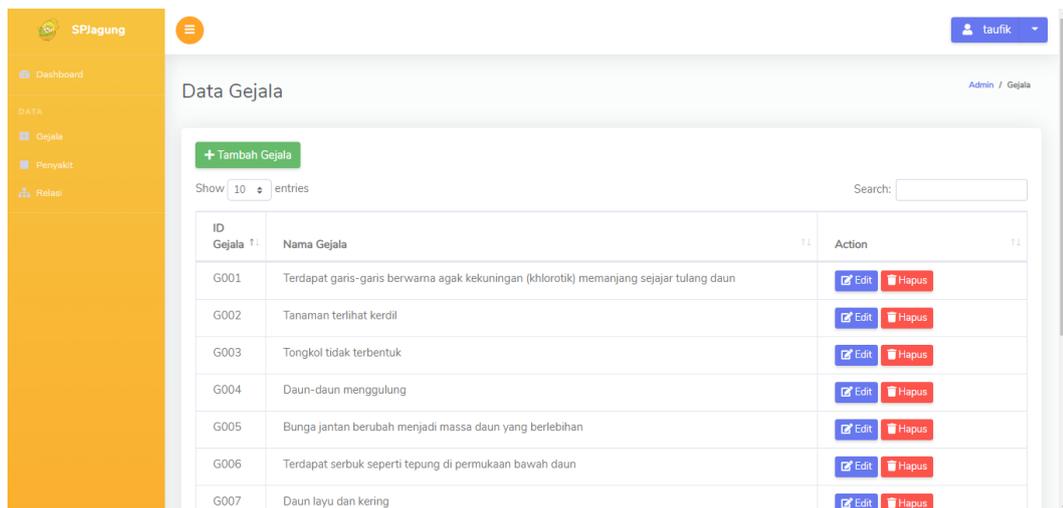
Apabila admin memilih hapus penyakit pada halaman data penyakit, maka akan ditampilkan *pop-up* pada halaman ini untuk meyakinkan admin apakah data penyakit akan dihapus atau tidak. Tampilan hapus penyakit dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Tampilan hapus data penyakit.

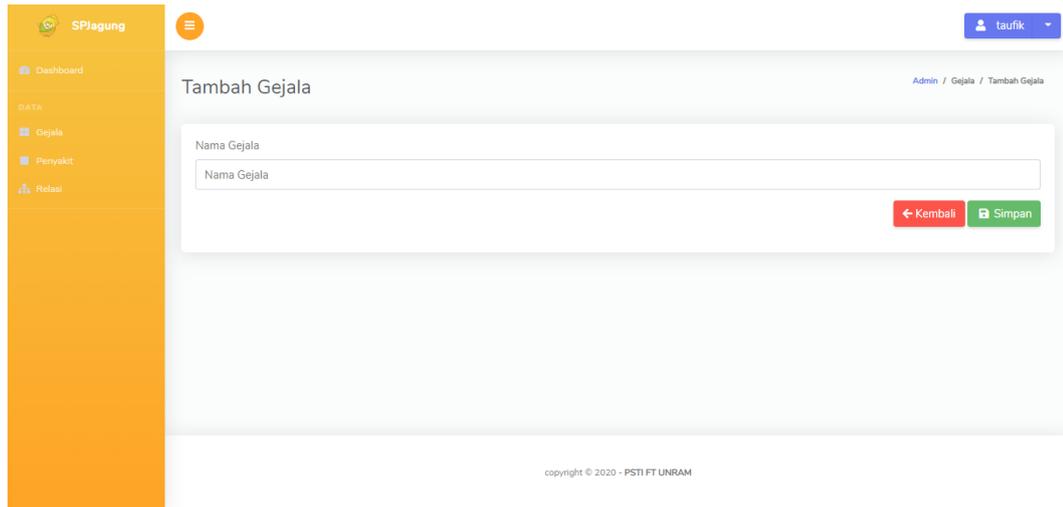
4.2.10 Halaman Data Gejala

Halaman data penyakit menampilkan seluruh penyakit yang tersimpan dalam *database* pada sistem. Pada menu ini, akan ditampilkan ID dan nama dari gejala yang tersedia. Selain itu, pada menu ini, admin juga dapat melakukan tambah, *edit*, dan hapus gejala. Halaman data gejala dapat dilihat pada Gambar 4.19.



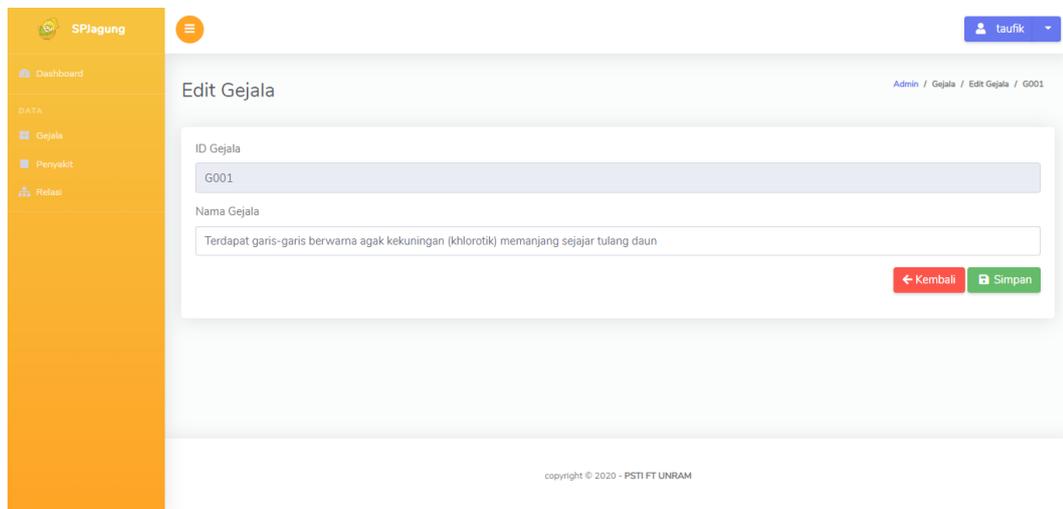
Gambar 4.19 Halaman data gejala.

Apabila admin memilih tambah gejala pada halaman data gejala, maka admin akan diarahkan ke halaman tambah gejala. Pada halaman ini, admin akan diminta mengisi kolom yang tersedia yaitu nama gejala. Halaman tambah gejala dapat dilihat pada Gambar 4.20.



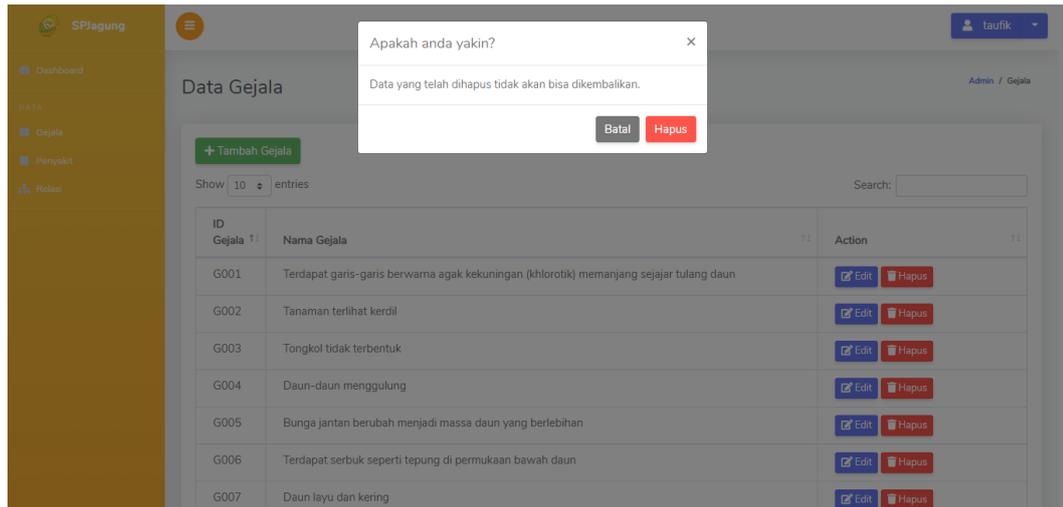
Gambar 4.20 Halaman tambah data gejala.

Apabila admin memilih *edit* gejala pada halaman data gejala, maka admin akan diarahkan ke halaman *edit* gejala. Pada halaman ini, admin akan diminta mengisi kolom yang telah terisikan sebelumnya dengan data yang baru untuk nama gejala. Halaman *edit* gejala dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Halaman *edit* data gejala.

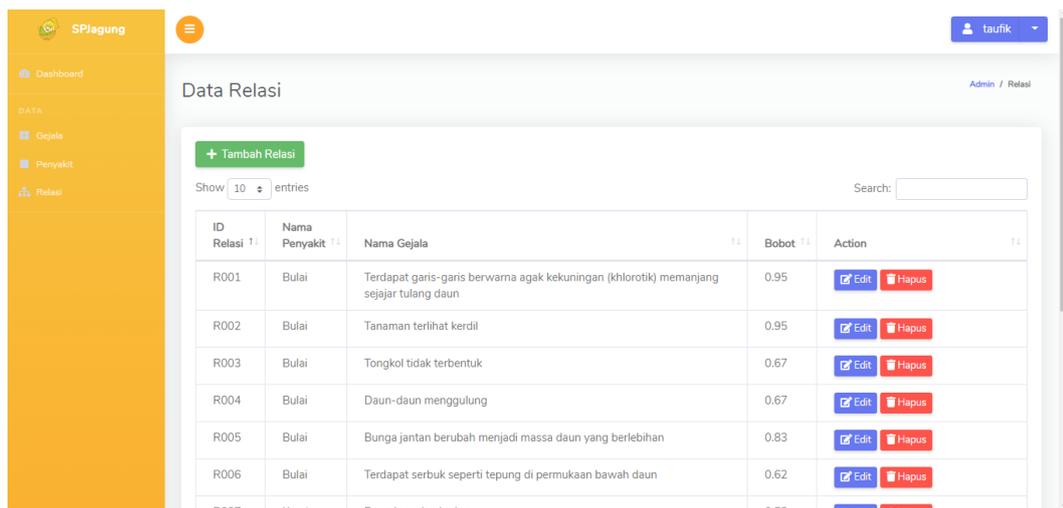
Apabila admin memilih hapus gejala pada halaman data gejala, maka akan ditampilkan *pop-up* pada halaman ini untuk meyakinkan admin apakah data gejala akan dihapus atau tidak. Tampilan hapus gejala dapat dilihat pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Tampilan hapus data gejala.

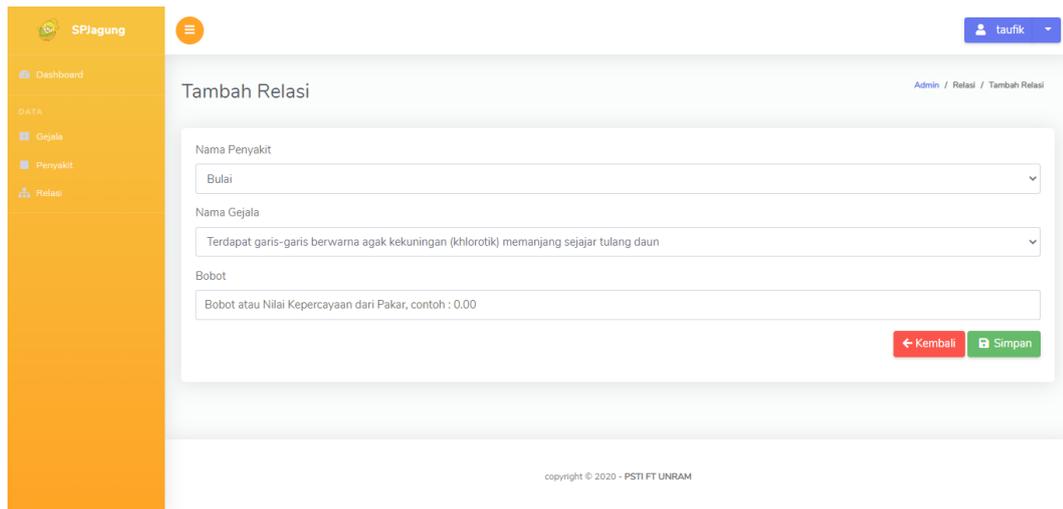
4.2.11 Halaman Data Relasi

Halaman data relasi menampilkan seluruh relasi antara gejala dan penyakit yang tersimpan pada sistem. Pada menu ini, akan ditampilkan ID relasi, nama penyakit, nama gejala dan bobot untuk tiap relasi yang tersedia. Selain itu, pada halaman ini, admin juga dapat melakukan tambah, *edit*, dan hapus relasi. Halaman data relasi dapat dilihat pada Gambar 4.23.



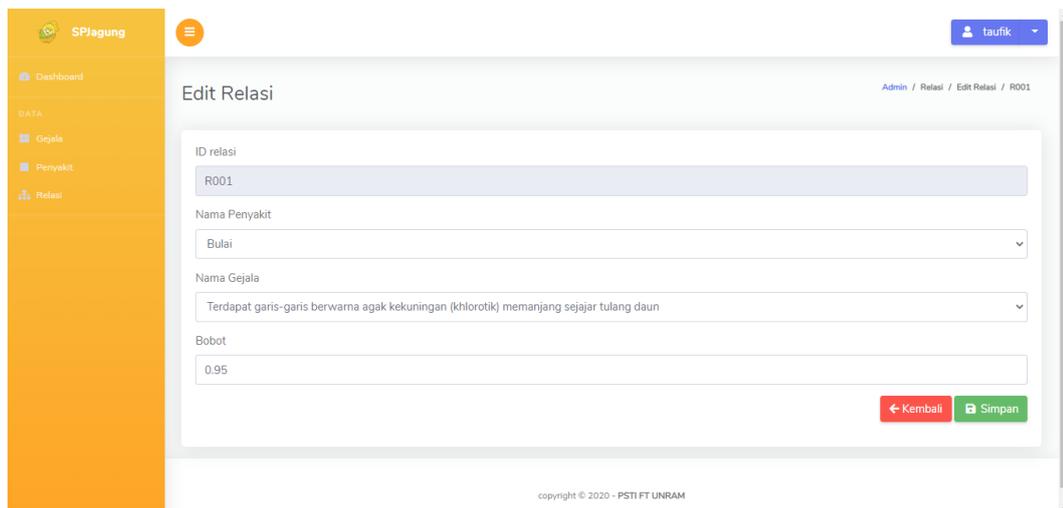
Gambar 4.23 Halaman data relasi.

Apabila admin memilih tambah relasi pada halaman data relasi, maka admin akan diarahkan ke halaman tambah relasi. Pada halaman ini, admin akan diminta mengisi kolom yang tersedia seperti nama penyakit, nama gejala dan bobot relasi. Halaman tambah relasi dapat dilihat pada Gambar 4.24.



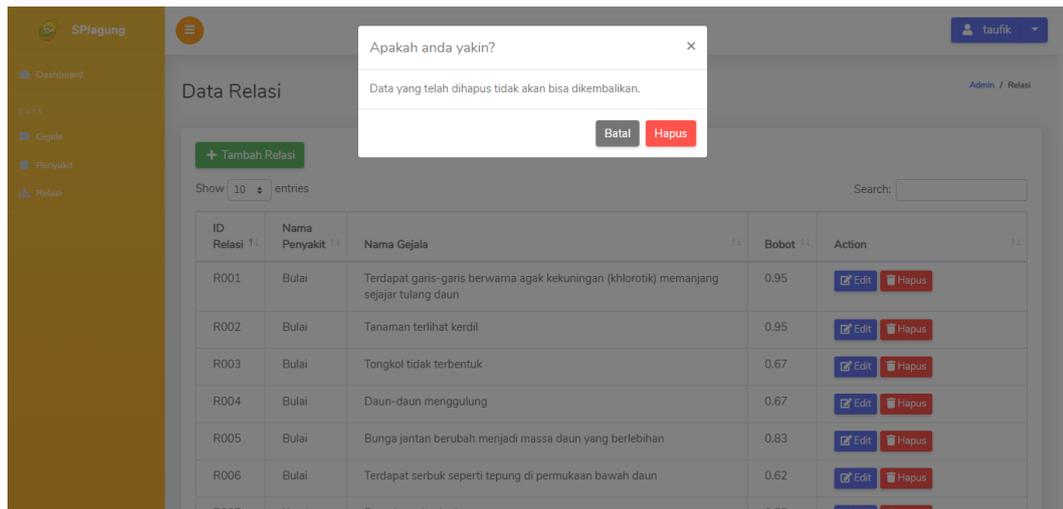
Gambar 4.24 Halaman tambah data relasi.

Apabila admin memilih *edit* relasi pada halaman data relasi, maka admin akan diarahkan ke halaman *edit* relasi. Pada halaman ini, admin akan diminta mengisi kolom yang telah terisikan sebelumnya dengan data yang baru seperti nama penyakit, nama gejala dan bobot relasi. Halaman *edit* relasi dapat dilihat pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Halaman *edit* data relasi.

Apabila admin memilih hapus relasi pada halaman data relasi, maka akan ditampilkan *pop-up* pada halaman ini untuk meyakinkan admin apakah data relasi akan dihapus atau tidak. Tampilan hapus relasi dapat dilihat pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Tampilan hapus data relasi.

4.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kelayakan sistem dan kesesuaian hasil yang diberikan oleh sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung yang telah dibangun. Pada penelitian ini, dilakukan empat teknik pengujian sistem yaitu pengujian *black box* dengan 5 responden, pengujian dengan “perhitungan teoritis” dengan 1 contoh kasus, pengujian akurasi sistem dengan 30 kasus, dan pengujian MOS dengan 22 responden.

4.3.1 Pengujian *Black Box*

Pengujian *black box* bertujuan untuk menguji fungsionalitas dari sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung yang telah dibangun dengan melihat keluaran yang dihasilkan oleh sistem berdasarkan masukan yang diberikan. Pengujian *black box* pada sistem ini dilakukan oleh 5 orang responden dari Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Mataram. Hasil pengujian *black box* yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.1, Tabel 4.2, dan Tabel 4.3.

a. Fungsi *Form Login* Admin

Pengujian fungsionalitas dari *form login* admin terdiri dari memasukkan *username* dan *password* yang telah dibuat sebelumnya dan tersimpan di dalam *database*. Hasil pengujian fungsionalitas dari *form login* admin dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengujian fungsionalitas *form login* admin.

Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	
		Sesuai	Tidak Sesuai
Admin memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> yang benar	Proses <i>login</i> berhasil, sistem akan menampilkan halaman awal admin	5 responden	0 responden
Admin memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> yang salah	Proses <i>login</i> gagal, sistem akan menampilkan halaman <i>login</i> kembali dengan pesan kesalahan	5 responden	0 responden

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.1, dapat disimpulkan bahwa *form login* admin telah berjalan sesuai dengan fungsinya.

b. Fungsi Laman Admin

Pengujian fungsionalitas dari laman admin terdiri dari melihat beranda admin, melihat daftar penyakit, menambah data penyakit, mengubah data penyakit, menghapus data penyakit, melihat daftar gejala, menambah data gejala, mengubah data gejala, menghapus data gejala, melihat daftar relasi, menambah data relasi, mengubah data relasi, menghapus data relasi, dan *logout* dari sistem. Hasil pengujian fungsionalitas dari laman admin dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengujian fungsionalitas laman admin.

Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	
		Sesuai	Tidak Sesuai
Admin memilih menu beranda	Sistem menampilkan laman beranda admin	5 responden	0 responden
Admin memilih menu penyakit	Sistem menampilkan laman penyakit serta seluruh data penyakit yang tersimpan pada <i>database</i>	5 responden	0 responden
Admin memilih tambah data penyakit	Data penyakit berhasil ditambah	5 responden	0 responden
Admin memilih ubah data penyakit	Data penyakit berhasil diubah	5 responden	0 responden
Admin memilih hapus data penyakit	Data penyakit berhasil dihapus	5 responden	0 responden
Admin memilih menu gejala	Sistem menampilkan laman gejala serta seluruh data gejala yang tersimpan pada <i>database</i>	5 responden	0 responden
Admin memilih tambah data gejala	Data gejala berhasil ditambah	5 responden	0 responden
Admin memilih ubah data gejala	Data gejala berhasil diubah	5 responden	0 responden
Admin memilih hapus data gejala	Data gejala berhasil dihapus	5 responden	0 responden
Admin memilih menu relasi	Sistem menampilkan laman relasi serta seluruh data relasi yang tersimpan pada <i>database</i>	5 responden	0 responden
Admin memilih tambah data relasi	Data relasi berhasil ditambah	5 responden	0 responden

Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	
		Sesuai	Tidak Sesuai
Admin memilih ubah data relasi	Data relasi berhasil diubah	5 responden	0 responden
Admin memilih hapus data relasi	Data relasi berhasil dihapus	5 responden	0 responden
Admin memilih menu <i>logout</i>	Sistem akan menampilkan laman beranda utama pengguna	5 responden	0 responden

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.2, dapat disimpulkan bahwa fungsi laman admin telah berjalan sesuai dengan fungsinya.

c. Fungsi Laman Pengguna

Pengujian fungsionalitas dari laman admin terdiri dari melihat beranda, melakukan diagnosa penyakit, melihat hasil diagnosa, melihat info penyakit, dan melihat tentang sistem. Hasil pengujian fungsionalitas dari laman pengguna dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian fungsionalitas laman pengguna.

Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	
		Sesuai	Tidak Sesuai
Pengguna memilih menu beranda	Sistem menampilkan laman beranda pengguna	5 responden	0 responden
Pengguna memilih menu diagnosa penyakit	Sistem dapat menampilkan laman diagnosa penyakit beserta seluruh data gejala	5 responden	0 responden
Pengguna menekan tombol diagnosa setelah memilih gejala pada laman diagnosa penyakit	Sistem menampilkan hasil diagnosa berupa, nama penyakit, persentase kemungkinan terserang penyakit, dan daftar gejala yang dipilih pengguna	5 responden	0 responden
Pengguna memilih menu info penyakit	Sistem dapat menampilkan laman info penyakit	5 responden	0 responden
Pengguna memilih salah satu penyakit pada laman info penyakit	Sistem dapat menampilkan detail info dari penyakit yang dipilih berupa nama, gambar, deskripsi, dan solusi penanganan penyakit yang dipilih	5 responden	0 responden
Pengguna memilih menu tentang sistem	Sistem menampilkan laman tentang sistem yang berisi deskripsi sistem dan cara penggunaan sistem	5 responden	0 responden

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.3, dapat disimpulkan bahwa fungsi laman pengguna telah berjalan sesuai dengan fungsinya.

Hasil pengujian *black box* pada sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung pada Tabel 4.1, Tabel 4.2, dan Tabel 4.3 menunjukkan sistem telah berjalan sesuai dengan fungsinya karena keluaran yang dihasilkan oleh sistem telah

sesuai dengan masukan yang diberikan. Berdasarkan Tabel 4.1, Tabel 4.2, dan Tabel 4.3, dapat disimpulkan bahwa sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan metode Dempster-Shafer memiliki fungsionalitas 100% sesuai dengan yang diharapkan.

4.3.2 Pengujian dengan “Perhitungan Teoritis”

Pengujian dengan “perhitungan teoritis” bertujuan untuk mengetahui kesesuaian dari hasil perhitungan manual dengan hasil perhitungan sistem. Pengujian dengan “perhitungan teoritis” pada sistem ini dilakukan pada satu contoh kasus. Contoh kasus yang digunakan pada pengujian dengan “perhitungan teoritis” ini dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Contoh kasus pada pengujian dengan “perhitungan teoritis”.

Gejala	Nama Penyakit	Nilai <i>Belief</i>
Daun layu dan kering	(P02) Penyakit Karat Daun	0.5833
	(P06) Penyakit Busuk Batang	0.6333
Bercak kecil berbentuk oval pada daun	(P02) Penyakit Karat Daun	0.95
	(P04) Penyakit Hawar Daun	0.8333
Biji rusak dan busuk	(P03) Penyakit Bercak Daun	0.45
Bercak di seluruh bagian tanaman seperti daun, pelepah, batang, tangkai kelobot, bulir, dan tongkol	(P03) Penyakit Bercak Daun	0.7
Hawar berwarna abu-abu seperti terbakar atau mengering	(P04) Penyakit Hawar Daun	0.95

a. Gejala G07 : Daun layu dan kering

Dilakukan observasi daun layu dan kering sebagai gejala dari penyakit dengan nilai $m\{P02\} = 0.5833$ dan $m\{P06\} = 0.6333$, maka:

$$m_1 = \frac{0.5833+0.6333}{2} = 0.6083$$

$$m_1(\theta) = 1 - 0.6083 = 0.3917$$

b. Gejala G08 : Bercak kecil berbentuk oval pada daun

Dilakukan observasi terdapat bercak kecil berbentuk oval pada daun sebagai gejala dari penyakit dengan nilai $m\{P02\} = 0.95$ dan $m\{P04\} = 0.8333$, maka :

$$m_2 = \frac{0.95+0.8333}{2} = 0.8917$$

$$m_2(\theta) = 1 - 0.8917 = 0.1083$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan m_3 dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Aturan kombinasi m3 untuk contoh kasus pada pengujian dengan “perhitungan teoritis”.

m1	m2	
	m2{P02, P04} = 0.8917	m2{θ} = 0.1083
m1{P02,P06}=0.6083	{P02} = 0.6083 x 0.8917 = 0.5424	{P02, P06} = 0.6083 x 0.1083 = 0.0659
m1{θ} = 0.3917	{P02, P04} = 0.3917 x 0.8917 = 0.3492	Θ = 0.3917 x 0.1083 = 0.0424

Sehingga:

$$m_3\{P02\} = \frac{0.5424}{1-0} = 0.5424$$

$$m_3\{P02, P04\} = \frac{0.3492}{1-0} = 0.3492$$

$$m_3\{P02, P06\} = \frac{0.0659}{1-0} = 0.0659$$

$$m_3(\theta) = \frac{0.0424}{1-0} = 0.0424$$

c. Gejala G11 : Biji rusak dan busuk

Dilakukan observasi biji rusak dan busuk sebagai gejala dari penyakit dengan nilai m{P03}=0.45, maka :

$$m_4 = 0.45$$

$$m_4(\theta) = 1 - 0.45 = 0.55$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan m5 dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Aturan kombinasi m5 untuk contoh kasus pada pengujian dengan “perhitungan teoritis”.

m3	m4	
	m4{P03} = 0.45	m4{θ} = 0.55
m3{P02} = 0.5424	{θ} = 0.5424 x 0.45 = 0.2441	{P02} = 0.5424 x 0.55 = 0.2983
m3{P02, P04} = 0.3492	{θ} = 0.3492 x 0.45 = 0.1572	{P02, P04} = 0.3492 x 0.55 = 0.1921
m3{P02, P06} = 0.0659	{θ} = 0.0659 x 0.45 = 0.0297	{P02, P06} = 0.0659 x 0.55 = 0.0362
m3{θ} = 0.0424	{P03} = 0.0424 x 0.45 = 0.0191	Θ = 0.0424 x 0.55 = 0.0233

Sehingga:

$$m_5\{P02\} = \frac{0.2983}{1-(0.2441+0.1572+0.0297)} = 0.5242$$

$$m_5\{P02, P04\} = \frac{0.1921}{1-0.431} = 0.3375$$

$$m_5\{P02, P06\} = \frac{0.0362}{1-0.431} = 0.0637$$

$$m_5\{P03\} = \frac{0.0191}{1-0.431} = 0.0336$$

$$m_5(\theta) = \frac{0.0233}{1-0.431} = 0.041$$

- d. Gejala G13 : Bercak di seluruh bagian tanaman seperti daun, pelepah, batang, tangkai kelobot, bulir, dan tongkol

Dilakukan observasi terdapat bercak di seluruh bagian tanaman seperti daun, pelepah, batang, tangkai kelobot, bulir, dan tongkol sebagai gejala dari penyakit dengan nilai $m\{P03\}=0.7$, maka :

$$m_6 = 0.7$$

$$m_6(\theta) = 1 - 0.7 = 0.3$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan m_7 dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Aturan kombinasi m_7 untuk contoh kasus pada pengujian dengan “perhitungan teoritis”.

m5	m6	
	$m_6\{P03\} = 0.7$	$m_6\{\theta\} = 0.3$
$m_5\{P02\} = 0.5242$	$\{\theta\} = 0.5242 \times 0.7 = 0.367$	$\{P02\} = 0.5242 \times 0.3 = 0.1573$
$m_5\{P02, P04\} = 0.3375$	$\{\theta\} = 0.3375 \times 0.7 = 0.2363$	$\{P02, P04\} = 0.3375 \times 0.3 = 0.1013$
$m_5\{P02, P06\} = 0.0637$	$\{\theta\} = 0.0637 \times 0.7 = 0.0446$	$\{P02, P06\} = 0.0637 \times 0.3 = 0.0191$
$m_5\{P03\} = 0.0336$	$\{P03\} = 0.0336 \times 0.7 = 0.0235$	$\{P03\} = 0.0336 \times 0.3 = 0.0101$
$m_5\{\theta\} = 0.041$	$\{P03\} = 0.041 \times 0.7 = 0.0287$	$\Theta = 0.041 \times 0.3 = 0.0123$

Sehingga:

$$m_7\{P02\} = \frac{0.1573}{1-(0.367+0.2363+0.0446)} = 0.4465$$

$$m_7\{P02, P04\} = \frac{0.1013}{1-0.6479} = 0.2875$$

$$m_7\{P03\} = \frac{0.0235+0.0287+0.0101}{1-0.6479} = \frac{0.0623}{0.3521} = 0.1768$$

$$m_7\{P02, P06\} = \frac{0.0191}{1-0.6479} = 0.0543$$

$$m_7(\theta) = \frac{0.0123}{1-0.6479} = 0.0349$$

- e. Gejala G16 : Hawar berwarna abu-abu seperti terbakar atau mengering

Dilakukan observasi terdapat hawar berwarna abu-abu seperti terbakar atau mengering sebagai gejala dari penyakit dengan nilai $m\{P04\}=0.95$, maka :

$$m_8 = 0.95$$

$$m_8(\theta) = 1 - 0.95 = 0.05$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan m_9 dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Aturan kombinasi m_9 untuk contoh kasus pada pengujian dengan “perhitungan teoritis”.

m7	m8	
	m8{P04} = 0.95	m8{θ} = 0.05
m7{P02} = 0.4465	{θ} = 0.4465 x 0.95 = 0.4242	{P02} = 0.4465 x 0.05 = 0.0223
m7{P02, P04} = 0.2875	{P04} = 0.2875 x 0.95 = 0.2731	{P02, P04} = 0.2875 x 0.05 = 0.0144
m7{P03} = 0.1768	{θ} = 0.1768 x 0.95 = 0.1679	{P03} = 0.1768 x 0.05 = 0.0088
m7{P02, P06} = 0.0543	{θ} = 0.0543 x 0.95 = 0.0515	{P02, P06} = 0.0543 x 0.05 = 0.0027
m7{θ} = 0.0349	{P04} = 0.0349 x 0.95 = 0.0332	Θ = 0.0349 x 0.05 = 0.0017

Sehingga:

$$m_9\{P04\} = \frac{0.2731+0.0332}{1-(0.4242+0.1679+0.0515)} = \frac{0.3063}{0.3563} = 0.8597$$

$$m_9\{P02\} = \frac{0.0223}{1-0.6437} = 0.0627$$

$$m_9\{P02, P04\} = \frac{0.0144}{1-0.6437} = 0.0403$$

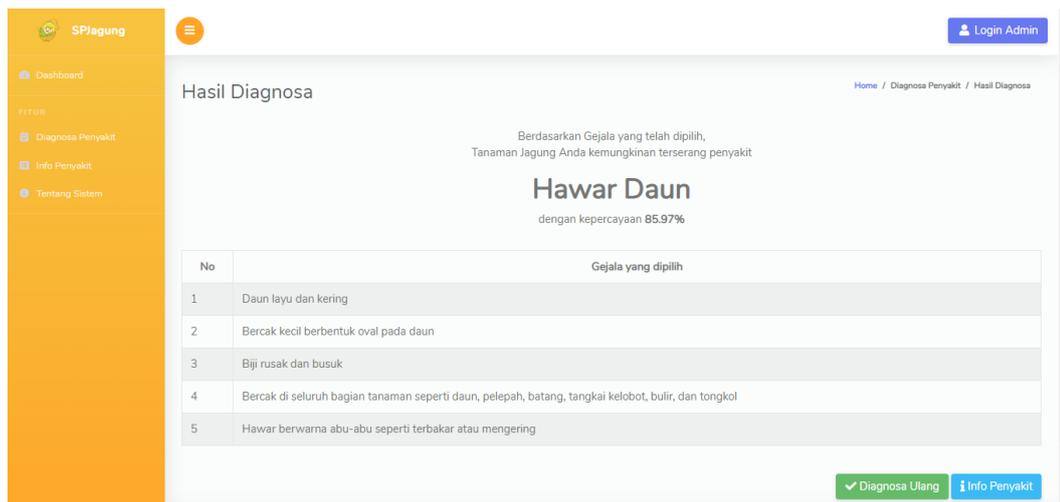
$$m_9\{P03\} = \frac{0.0088}{1-0.6437} = 0.0248$$

$$m_9\{P02, P06\} = \frac{0.0027}{1-0.6437} = 0.0076$$

$$m_9(\theta) = \frac{0.0017}{1-0.6437} = 0.0049$$

Berdasarkan perhitungan manual dari lima gejala yang dipilih pengguna pada contoh kasus dengan metode *Dempster-Shafer*, didapatkan nilai densitas yang paling tinggi adalah 0.8597 atau 85.97% sehingga dapat disimpulkan penyakit yang menyerang tanaman jagung kemungkinan adalah P04 yang merupakan kode penyakit Hawar Daun dengan persentase sebesar 85.97%.

Hasil diagnosa pada sistem ketika pengguna memilih lima gejala pada contoh kasus memberikan hasil diagnosa tanaman jagung kemungkinan terserang penyakit Hawar Daun dengan persentase sebesar 85.97% yang dapat dilihat pada Gambar 4.27. Berdasarkan hasil diagnosa tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan pada sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung telah sesuai dengan hasil perhitungan teoritis.



Gambar 4.27 Hasil diagnosa sistem untuk pengujian dengan “perhitungan teoritis”.

4.3.3 Pengujian Akurasi Sistem

Pengujian akurasi sistem bertujuan untuk mengetahui kesesuaian hasil diagnosa pakar dengan hasil diagnosa sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung. Pengujian akurasi dilakukan oleh 3 orang pakar yaitu Prof. Ir. M. Taufik Fauzi, M.Sc., Ph.D., Irwan Hidayat, SP., dan Jaswandi, SP. Pengujian akurasi dilakukan pada 30 contoh kasus yang berasal dari data *real* penyakit pada tanaman jagung yang ditemukan di lapangan beserta data dari pengalaman pakar 3.

Pada pengujian ini akan dilakukan dua skenario perhitungan tingkat akurasi, yaitu perhitungan tingkat akurasi berdasarkan nilai rata-rata dari nilai *belief* ketiga pakar dan berdasarkan nilai *belief* masing-masing pakar. Pengujian berdasarkan nilai akhir kepercayaan (*belief*) dapat dilihat pada Tabel 4.9, Tabel 4.10, dan Tabel 4.11. Pengujian berdasarkan nilai *belief* masing-masing pakar dapat dilihat pada Tabel 4.12, Tabel 4.13, dan Tabel 4.14.

a. Pengujian Berdasarkan Nilai Rata-rata *Belief* Pakar

Pengujian berdasarkan nilai rata-rata *belief* pakar untuk pakar 1 dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil pengujian akurasi pakar 1 dengan nilai rata-rata *belief* pakar.

Pengujian ke-	Hasil Diagnosa Pakar 1	Hasil Diagnosa Sistem	Keterangan
1	Bulai	Bulai 92.8%	Valid
2	Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 85.74%	Valid
3	Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 95.07%	Valid
4	Gosong	Gosong 100%	Valid
5	Gosong	Gosong 87.93%	Valid

Pengujian ke-	Hasil Diagnosa Pakar 1	Hasil Diagnosa Sistem	Keterangan
6	Gosong	Gosong 100%	Valid
7	Mosaik Jagung	Mosaik Jagung 61.67%	Valid
8	Bulai	Bulai 98.17%	Valid
9	Bulai	Bulai 87.22%	Valid
10	Busuk Batang	Busuk Batang 99.07%	Valid
11	Bercak Daun	Bercak Daun 92.67%	Valid
12	Busuk Batang	Busuk Batang 99.4%	Valid
13	Karat Daun	Karat Daun 100%	Valid
14	Karat Daun	Karat Daun 100%	Valid
15	Hawar Daun	Hawar Daun 99.7%	Valid
16	Hawar Daun	Hawar Daun 99.9%	Valid
17	Hawar Daun	Hawar Daun 99.75%	Valid
18	Bercak Daun	Bercak Daun 99.53%	Valid
19	Bulai	Bulai 99.29%	Valid
20	Busuk Pelepah, Busuk Batang	Busuk Pelepah 50.19%	Tidak Valid
21	Busuk Batang	Busuk Batang 98.98%	Valid
22	Hawar Daun	Hawar Daun 87.45%	Valid
23	Bercak Daun	Bercak Daun 87.68%	Valid
24	Bercak Daun	Bercak Daun 90.65%	Valid
25	Busuk Batang	Busuk Batang 99.14%	Valid
26	Bulai	Bulai 94.44%	Valid
27	Bulai, Karat Daun, Bercak Daun, Hawar Daun	Karat Daun 100%	Tidak Valid
28	Hawar Daun	Karat Daun 100%	Tidak Valid
29	Gosong	Gosong 100%	Valid
30	Hawar Daun	Hawar Daun 95.82%	Valid

Berdasarkan 30 contoh kasus yang telah didiagnosa dengan sistem pakar dilakukan perbandingan dengan hasil diagnosa pakar 1. Dari hasil perbandingan tersebut, terdapat 27 kasus yang sesuai dan 3 kasus yang tidak sesuai. Kasus yang tidak sesuai terdapat pada kasus pengujian ke-20, ke-27, dan ke-28. Hasil yang tidak valid pada kasus ke-20 dan ke-27 dikarenakan kesimpulan hasil diagnosa dalam perhitungan dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* adalah penyakit dengan nilai densitas terbesar, sehingga hanya menghasilkan satu penyakit. Berdasarkan persamaan (3-2), dapat dihitung nilai akurasi pakar 1 dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Nilai akurasi pakar 1} = \frac{\text{Jumlah yang sesuai}}{\text{Jumlah kasus}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai akurasi pakar 1} &= \frac{27}{30} \times 100\% \\ &= 90\% \end{aligned}$$

Pengujian berdasarkan nilai rata-rata *belief* pakar untuk pakar 2 dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil pengujian akurasi pakar 2 dengan nilai rata-rata *belief* pakar.

Pengujian ke-	Hasil Diagnosa Pakar 2	Hasil Diagnosa Sistem	Keterangan
1	Bulai	Bulai 92.8%	Valid
2	Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 85.74%	Valid
3	Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 95.07%	Valid
4	Gosong	Gosong 100%	Valid
5	Gosong	Gosong 87.93%	Valid
6	Gosong	Gosong 100%	Valid
7	Mosaik Jagung	Mosaik Jagung 61.67%	Valid
8	Bulai	Bulai 98.17%	Valid
9	Bulai	Bulai 87.22%	Valid
10	Busuk Batang	Busuk Batang 99.07%	Valid
11	Bercak Daun	Bercak Daun 92.67%	Valid
12	Busuk Batang	Busuk Batang 99.4%	Valid
13	Karat Daun	Karat Daun 100%	Valid
14	Karat Daun, Bercak Daun	Karat Daun 100%	Tidak Valid
15	Hawar Daun	Hawar Daun 99.7%	Valid
16	Hawar Daun	Hawar Daun 99.9%	Valid
17	Hawar Daun	Hawar Daun 99.75%	Valid
18	Bercak Daun	Bercak Daun 99.53%	Valid
19	Bulai	Bulai 99.29%	Valid
20	Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 50.19%	Valid
21	Busuk Batang	Busuk Batang 98.98%	Valid
22	Hawar Daun	Hawar Daun 87.45%	Valid
23	Bercak Daun	Bercak Daun 87.68%	Valid
24	Bercak Daun	Bercak Daun 90.65%	Valid
25	Busuk Batang	Busuk Batang 99.14%	Valid
26	Bulai	Bulai 94.44%	Valid
27	Bulai, Bercak Daun, Hawar Daun, Busuk Pelepah	Karat Daun 100%	Tidak Valid
28	Hawar Daun	Karat Daun 100%	Tidak Valid
29	Gosong	Gosong 100%	Valid
30	Busuk Pelepah	Hawar Daun 95.82%	Tidak Valid

Berdasarkan 30 contoh kasus yang telah didiagnosa dengan sistem pakar dilakukan perbandingan dengan hasil diagnosa pakar 2. Dari hasil perbandingan tersebut, terdapat 26 kasus yang sesuai dan 4 kasus yang tidak sesuai. Kasus yang tidak sesuai terdapat pada kasus pengujian ke-14, ke-27, ke-28, dan ke-30. Hasil yang tidak valid pada kasus ke-14 dikarenakan kesimpulan hasil diagnosa dalam perhitungan dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* adalah penyakit dengan nilai densitas terbesar, sehingga hanya menghasilkan satu penyakit. Berdasarkan persamaan (3-2), dapat dihitung nilai akurasi pakar 2 dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Nilai akurasi pakar 2} = \frac{\text{Jumlah yang sesuai}}{\text{Jumlah kasus}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai akurasi pakar 2} &= \frac{26}{30} \times 100\% \\ &= 86.67\% \end{aligned}$$

Pengujian berdasarkan nilai rata-rata *belief* pakar untuk pakar 3 dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil pengujian akurasi pakar 3 dengan nilai rata-rata *belief* pakar.

Pengujian ke-	Hasil Diagnosa Pakar 3	Hasil Diagnosa Sistem	Keterangan
1	Busuk Batang	Bulai 92.8%	Tidak Valid
2	Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 85.74%	Valid
3	Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 95.07%	Valid
4	Gosong	Gosong 100%	Valid
5	Gosong	Gosong 87.93%	Valid
6	Gosong	Gosong 100%	Valid
7	Mosaik Jagung	Mosaik Jagung 61.67%	Valid
8	Bulai	Bulai 98.17%	Valid
9	Bulai	Bulai 87.22%	Valid
10	Busuk Batang	Busuk Batang 99.07%	Valid
11	Bercak Daun	Bercak Daun 92.67%	Valid
12	Busuk Batang	Busuk Batang 99.4%	Valid
13	Karat Daun, Busuk Batang	Karat Daun 100%	Tidak Valid
14	Karat Daun	Karat Daun 100%	Valid
15	Hawar Daun	Hawar Daun 99.7%	Valid
16	Hawar Daun	Hawar Daun 99.9%	Valid
17	Hawar Daun	Hawar Daun 99.75%	Valid
18	Bercak Daun	Bercak Daun 99.53%	Valid
19	Bulai	Bulai 99.29%	Valid

Pengujian ke-	Hasil Diagnosa Pakar 3	Hasil Diagnosa Sistem	Keterangan
20	Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 50.19%	Valid
21	Busuk Batang	Busuk Batang 98.98%	Valid
22	Hawar Daun	Hawar Daun 87.45%	Valid
23	Bercak Daun	Bercak Daun 87.68%	Valid
24	Bercak Daun	Bercak Daun 90.65%	Valid
25	Busuk Batang	Busuk Batang 99.14%	Valid
26	Bulai	Bulai 94.44%	Valid
27	Hawar Daun	Karat Daun 100%	Tidak Valid
28	Karat Daun, Bercak Daun	Karat Daun 100%	Tidak Valid
29	Gosong	Gosong 100%	Valid
30	Hawar Daun	Hawar Daun 95.82%	Valid

Berdasarkan 30 contoh kasus yang telah didiagnosa dengan sistem pakar dilakukan perbandingan dengan hasil diagnosa pakar 3. Dari hasil perbandingan tersebut, terdapat 26 kasus yang sesuai dan 4 kasus yang tidak sesuai. Kasus yang tidak sesuai terdapat pada kasus pengujian ke-1, ke-13, ke-27, dan ke-28. Hasil yang tidak valid pada kasus ke-13 dan ke-28 dikarenakan kesimpulan hasil diagnosa dalam perhitungan dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* adalah penyakit dengan nilai densitas terbesar, sehingga hanya menghasilkan satu penyakit. Berdasarkan persamaan (3-2), dapat dihitung nilai akurasi pakar 3 dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Nilai akurasi pakar 3} = \frac{\text{Jumlah yang sesuai}}{\text{Jumlah kasus}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai akurasi pakar 3} &= \frac{26}{30} \times 100\% \\ &= 86.67\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan nilai akurasi dari ketiga pakar, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai rata-rata persentase akurasi ketiga pakar sebagai berikut:

Nilai rata-rata akurasi sistem berdasarkan nilai rata-rata *belief* pakar

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{nilai akurasi pakar 1} + \text{nilai akurasi pakar 2} + \text{nilai akurasi pakar 3}}{\text{Jumlah pakar}} \\ &= \frac{90\% + 86.67\% + 86.67\%}{3} \\ &= 87.78\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan nilai rata-rata persentase hasil pengujian akurasi sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan metode *Dempster-Shafer* berdasarkan 30 contoh kasus didapatkan nilai akhir persentase sebesar 87.78%.

b. Pengujian Berdasarkan Nilai *Belief* Masing-masing Pakar

Pengujian berdasarkan nilai *belief* pakar 1 untuk pakar 1 dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil pengujian akurasi pakar 1 dengan nilai *belief* pakar 1.

Pengujian ke-	Hasil Diagnosa Pakar 1	Hasil Diagnosa Sistem	Keterangan
1	Bulai	Bulai 92.5%	Valid
2	Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 99.11%	Valid
3	Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 99.66 %	Valid
4	Gosong	Gosong 100%	Valid
5	Gosong	Gosong 100%	Valid
6	Gosong	Gosong 100%	Valid
7	Mosaik Jagung	Mosaik Jagung 85%	Valid
8	Bulai	Bulai 88.7%	Valid
9	Bulai	Bulai 92.5%	Valid
10	Busuk Batang	Busuk Batang 98.33%	Valid
11	Bercak Daun	Bercak Daun 88.75%	Valid
12	Busuk Batang	Busuk Batang 98.51%	Valid
13	Karat Daun	Karat Daun 100%	Valid
14	Karat Daun	Karat Daun 100%	Valid
15	Hawar Daun	Hawar Daun 100%	Valid
16	Hawar Daun	Hawar Daun 100%	Valid
17	Hawar Daun	Hawar Daun 100%	Valid
18	Bercak Daun	Bercak Daun 100%	Valid
19	Bulai	Bulai 98.13%	Valid
20	Busuk Pelepah, Busuk Batang	Busuk Pelepah 73.91%	Tidak Valid
21	Busuk Batang	Busuk Batang 97.02%	Valid
22	Hawar Daun	Hawar Daun 100%	Valid
23	Bercak Daun	Bercak Daun 85%	Valid
24	Bercak Daun	Bercak Daun 94.38%	Valid
25	Busuk Batang	Busuk Batang 98.31%	Valid
26	Bulai	Bulai 75%	Valid
27	Bulai, Karat Daun, Bercak Daun, Hawar Daun	Hawar Daun 100%	Tidak Valid
28	Hawar Daun	Hawar Daun 100%	Valid

Pengujian ke-	Hasil Diagnosa Pakar 1	Hasil Diagnosa Sistem	Keterangan
29	Gosong	Gosong 100%	Valid
30	Hawar Daun	Hawar Daun 100 %	Valid

Berdasarkan 30 contoh kasus yang telah didiagnosa dengan sistem pakar dilakukan perbandingan dengan hasil diagnosa pakar 1. Dari hasil perbandingan tersebut, terdapat 28 kasus yang sesuai dan 2 kasus yang tidak sesuai. Kasus yang tidak sesuai terdapat pada kasus pengujian ke-20 dan ke-27. Hasil yang tidak valid pada kasus ke-20 dan ke-27 dikarenakan kesimpulan hasil diagnosa dalam perhitungan dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* adalah penyakit dengan nilai densitas terbesar, sehingga hanya menghasilkan satu penyakit. Berdasarkan persamaan (3-2), dapat dihitung nilai akurasi pakar 1 dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Nilai akurasi pakar 1} = \frac{\text{Jumlah yang sesuai}}{\text{Jumlah kasus}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai akurasi pakar 1} &= \frac{28}{30} \times 100\% \\ &= 93.33\% \end{aligned}$$

Pengujian berdasarkan nilai *belief* pakar 2 untuk pakar 2 dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil pengujian akurasi pakar 2 dengan nilai *belief* pakar 2.

Pengujian ke-	Hasil Diagnosa Pakar 2	Hasil Diagnosa Sistem	Keterangan
1	Bulai	Bulai 100%	Valid
2	Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 100%	Valid
3	Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 100%	Valid
4	Gosong	Gosong 100%	Valid
5	Gosong	Gosong 100%	Valid
6	Gosong	Gosong 100%	Valid
7	Mosaik Jagung	Mosaik Jagung 50%	Valid
8	Bulai	Bulai 100%	Valid
9	Bulai	Bulai 100%	Valid
10	Busuk Batang	Busuk Batang 50%	Valid
11	Bercak Daun	Bercak Daun 100%	Valid
12	Busuk Batang	Busuk Batang 50%	Valid
13	Karat Daun	Karat Daun 100%	Valid
14	Karat Daun, Bercak Daun	Tidak Diketahui	Tidak Valid
15	Hawar Daun	Hawar Daun 100%	Valid

Pengujian ke-	Hasil Diagnosa Pakar 2	Hasil Diagnosa Sistem	Keterangan
16	Hawar Daun	Hawar Daun 100%	Valid
17	Hawar Daun	Hawar Daun 100%	Valid
18	Bercak Daun	Bercak Daun 100%	Valid
19	Bulai	Bulai 100%	Valid
20	Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 66.67%	Valid
21	Busuk Batang	Tidak Diketahui	Tidak Valid
22	Hawar Daun	Hawar Daun 100%	Valid
23	Bercak Daun	Bercak Daun 100%	Valid
24	Bercak Daun	Bercak Daun 100%	Valid
25	Busuk Batang	Busuk Batang 100%	Valid
26	Bulai	Bulai 100%	Valid
27	Bulai, Bercak Daun, Hawar Daun, Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 66.67%	Tidak Valid
28	Hawar Daun	Hawar Daun 80%	Valid
29	Gosong	Gosong 100%	Valid
30	Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 80 %	Valid

Berdasarkan 30 contoh kasus yang telah didiagnosa dengan sistem pakar dilakukan perbandingan dengan hasil diagnosa pakar 2. Dari hasil perbandingan tersebut, terdapat 27 kasus yang sesuai dan 3 kasus yang tidak sesuai. Kasus yang tidak sesuai terdapat pada kasus pengujian ke-14, ke-21, dan ke-27. Hasil yang tidak valid pada kasus ke-27 dikarenakan kesimpulan hasil diagnosa dalam perhitungan dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* adalah penyakit dengan nilai densitas terbesar, sehingga hanya menghasilkan satu penyakit. Berdasarkan persamaan (3-2), dapat dihitung nilai akurasi pakar 2 dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Nilai akurasi pakar 2} = \frac{\text{Jumlah yang sesuai}}{\text{Jumlah kasus}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai akurasi pakar 2} &= \frac{27}{30} \times 100\% \\ &= 90\% \end{aligned}$$

Pengujian berdasarkan nilai *belief* pakar 3 untuk pakar 3 dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil pengujian akurasi pakar 3 dengan nilai *belief* pakar 3.

Pengujian ke-	Hasil Diagnosa Pakar 3	Hasil Diagnosa Sistem	Keterangan
1	Busuk Batang	Busuk Batang 25%	Valid

Pengujian ke-	Hasil Diagnosa Pakar 3	Hasil Diagnosa Sistem	Keterangan
2	Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 30.11 %	Valid
3	Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 32.31 %	Valid
4	Gosong	Tidak Diketahui	Tidak Valid
5	Gosong	Gosong 73.91%	Valid
6	Gosong	Gosong 100%	Valid
7	Mosaik Jagung	Mosaik Jagung 50%	Valid
8	Bulai	Bulai 100%	Valid
9	Bulai	Bulai 75%	Valid
10	Busuk Batang	Busuk Batang 100 %	Valid
11	Bercak Daun	Bercak Daun 72.78%	Valid
12	Busuk Batang	Busuk Batang 100 %	Valid
13	Karat Daun, Busuk Batang	Busuk Batang 25%	Tidak Valid
14	Karat Daun	Karat Daun 100%	Valid
15	Hawar Daun	Hawar Daun 98.54%	Valid
16	Hawar Daun	Hawar Daun 98.88%	Valid
17	Hawar Daun	Hawar Daun 98.68%	Valid
18	Bercak Daun	Bercak Daun 89.85%	Valid
19	Bulai	Bulai 100%	Valid
20	Busuk Pelepah	Busuk Pelepah 20%, Busuk Batang 20%	Valid
21	Busuk Batang	Busuk Batang 100 %	Valid
22	Hawar Daun	Hawar Daun 80.95%	Valid
23	Bercak Daun	Bercak Daun 71.63%	Valid
24	Bercak Daun	Bercak Daun 32.31%	Valid
25	Busuk Batang	Busuk Batang 100%	Valid
26	Bulai	Bulai 100%	Valid
27	Hawar Daun	Hawar Daun 91.89%	Valid
28	Karat Daun, Bercak Daun	Karat Daun 100%	Tidak Valid
29	Gosong	Gosong 100%	Valid
30	Hawar Daun	Hawar Daun 96.87 %	Valid

Berdasarkan 30 contoh kasus yang telah didiagnosa dengan sistem pakar dilakukan perbandingan dengan hasil diagnosa pakar 3. Dari hasil perbandingan tersebut, terdapat 27 kasus yang sesuai dan 3 kasus yang tidak sesuai. Kasus yang tidak sesuai terdapat pada kasus pengujian ke-4, ke-13, dan ke-28. Hasil yang tidak valid pada kasus ke-13 dan ke-28 dikarenakan kesimpulan hasil diagnosa dalam perhitungan dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* adalah penyakit dengan nilai densitas terbesar, sehingga

hanya menghasilkan satu penyakit. Berdasarkan persamaan (3-2), dapat dihitung nilai akurasi pakar 3 dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Nilai akurasi pakar 3} = \frac{\text{Jumlah yang sesuai}}{\text{Jumlah kasus}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai akurasi pakar 3} &= \frac{27}{30} \times 100\% \\ &= 90\%\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengujian akurasi sistem dengan nilai masing-masing pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan metode *Dempster-Shafer* dari 30 contoh kasus didapatkan persentase sebesar 93.33% untuk pakar 1, 90% untuk pakar 2, dan 90% untuk pakar 3. Terdapat beberapa perbedaan hasil diagnosa pakar dan hasil diagnosa sistem untuk setiap pakar dikarenakan perbedaan pengetahuan dan pengalaman dari masing-masing pakar.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh nilai akhir hasil pengujian akurasi sistem berdasarkan nilai rata-rata *belief* pakar sebesar 87.78% dan hasil pengujian akurasi sistem berdasarkan nilai *belief* masing-masing pakar sebesar 93.33% untuk pakar 1, 90% untuk pakar 2, dan 90% untuk pakar 3. Hasil pengujian akurasi sistem berdasarkan nilai *belief* masing-masing pakar cenderung lebih tinggi dibandingkan nilai akhir hasil pengujian akurasi sistem berdasarkan nilai akhir *belief* ketiga pakar. Hal ini dikarenakan hasil pengujian akurasi sistem berdasarkan nilai *belief* masing-masing pakar menggunakan nilai *belief* dari pakar itu sendiri sedangkan hasil pengujian akurasi sistem berdasarkan nilai rata-rata *belief* pakar menggunakan nilai rerata dari nilai *belief* ketiga pakar.

4.3.4 Pengujian MOS (*Mean Opinion Score*)

Pengujian MOS (*mean opinion score*) bertujuan untuk mengetahui kelayakan dari sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung. Pada pengujian ini menggunakan 22 responden yang dibagi menjadi tiga kelompok yaitu mahasiswa PSTI, penyuluh pertanian, dan petani. Rincian dari masing-masing responden adalah sebagai berikut

a. Mahasiswa

Responden dari kelompok ini terdiri dari 10 orang mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Universitas Mataram dengan topik dari daftar pertanyaan atau kuesioner berkaitan dengan tampilan dan fitur-fitur yang ada dalam sistem. Hasil pengujian MOS dari kelompok ini dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil pengujian MOS dengan responden mahasiswa PSTI.

No	Pertanyaan	SS (5)	S (4)	TT (3)	TS (2)	STS (1)	Total	<i>mean pi</i>
1	Pertanyaan 1	6	4	-	-	-	10	4.6
2	Pertanyaan 2	6	4	-	-	-	10	4.6
3	Pertanyaan 3	5	4	1	-	-	10	4.2
4	Pertanyaan 4	8	2	-	-	-	10	4.8
5	Pertanyaan 5	5	5	-	-	-	10	4.5
Sub Total		30	19	1	-	-	50	22.7
MOS (<i>Mean Opinion Score</i>)								4.54

Keterangan:

- Pertanyaan 1: Tampilan sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung ini menarik
- Pertanyaan 2: Sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung ini mudah digunakan (*user friendly*)
- Pertanyaan 3: Penggunaan warna, tampilan, dan jenis huruf pada sistem pakar ini sudah sesuai
- Pertanyaan 4: Fitur-fitur yang ada pada sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung bekerja dengan baik
- Pertanyaan 5: Anda akan menggunakan sistem pakar ini untuk membantu diagnosa penyakit pada tanaman jagung Anda pada waktu yang akan datang

Berdasarkan hasil pengujian MOS pada Tabel 4.15 dengan responden mahasiswa, didapatkan hasil perhitungan MOS sebesar 4.54 dari skala 5. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan metode *Dempster-Shafer* yang dibangun sudah menarik, mudah digunakan, penggunaan komponen sudah sesuai, fitur-fitur pada sistem bekerja dengan baik, dan sistem ini dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit tanaman jagung di waktu yang akan datang.

b. Penyuluh Pertanian

Responden dari kelompok ini terdiri dari 5 orang penyuluh pertanian dengan topik dari daftar pertanyaan atau kuesioner berkaitan dengan kemampuan sistem dalam melakukan diagnosa penyakit dan kemampuan dari sistem pakar yang dibangun dalam memberikan informasi mengenai penyakit pada tanaman jagung. Hasil pengujian MOS dari kelompok ini dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Hasil pengujian MOS dengan responden penyuluh pertanian.

No	Pertanyaan	SS (5)	S (4)	TT (3)	TS (2)	STS (1)	Total	<i>mean pi</i>
1	Pertanyaan 1	3	2	-	-	-	5	4.6
2	Pertanyaan 2	4	1	-	-	-	5	4.8
3	Pertanyaan 3	3	2	-	-	-	5	4.6
4	Pertanyaan 4	3	2	-	-	-	5	4.6
5	Pertanyaan 5	4	1	-	-	-	5	4.8
Sub Total		17	8	-	-	-	25	23.4
MOS (<i>Mean Opinion Score</i>)								4.68

Keterangan:

- Pertanyaan 1: Adanya sistem pakar ini dapat memberikan informasi tentang penyakit pada tanaman jagung
- Pertanyaan 2: Adanya sistem pakar ini dapat membantu untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman jagung menjadi lebih mudah
- Pertanyaan 3: Sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung mampu mampu memberikan hasil diagnosa yang sesuai
- Pertanyaan 4: Sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung ini mudah digunakan
- Pertanyaan 5: Anda akan menggunakan sistem pakar ini untuk membantu diagnosa penyakit pada tanaman jagung Anda pada waktu yang akan datang

Berdasarkan hasil pengujian MOS pada Tabel 4.16 dengan responden penyuluh pertanian, didapatkan hasil perhitungan MOS sebesar 4.68 dari skala 5. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan metode *Dempster-Shafer* yang dibangun dapat memberikan informasi tentang penyakit jagung, dapat mendiagnosa dengan lebih mudah, memberikan hasil diagnosa yang sesuai, mudah digunakan, dan sistem ini dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit tanaman jagung di waktu yang akan datang.

c. Petani

Responden yang terdiri dari 7 orang petani dengan topik dari daftar pertanyaan atau kuesioner berkaitan dengan kemudahan dalam penggunaan sistem yang akan dibangun dan kesesuaian informasi yang diberikan dengan kebutuhan para petani. Hasil pengujian MOS dari kelompok ini dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil pengujian MOS dengan responden petani.

No	Pertanyaan	SS (5)	S (4)	TT (3)	TS (2)	STS (1)	Total	mean pi
1	Pertanyaan 1	2	5	-	-	-	7	4.29
2	Pertanyaan 2	2	5	-	-	-	7	4.29
3	Pertanyaan 3	4	3	-	-	-	7	4.57
4	Pertanyaan 4	3	4	-	-	-	7	4.43
5	Pertanyaan 5	4	3	-	-	-	7	4.57
Sub Total		15	20	-	-	-	35	22.15
MOS (<i>Mean Opinion Score</i>)								4.43

Keterangan:

- Pertanyaan 1: Sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung ini mudah digunakan
- Pertanyaan 2: Adanya sistem pakar ini dapat membantu untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman jagung menjadi lebih mudah
- Pertanyaan 3: Adanya sistem pakar ini dapat memberikan informasi tentang penyakit pada tanaman jagung
- Pertanyaan 4: Informasi yang diberikan oleh sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung ini sudah sesuai dengan kebutuhan
- Pertanyaan 5: Anda akan menggunakan sistem pakar ini untuk membantu diagnosa penyakit pada tanaman jagung Anda pada waktu yang akan datang

Berdasarkan hasil pengujian MOS pada Tabel 4.17 dengan responden petani, didapatkan hasil perhitungan MOS sebesar 4.43 dari skala 5. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan metode *Dempster-Shafer* yang dibangun mudah digunakan, dapat mendiagnosa dengan lebih mudah, memberikan informasi tentang penyakit pada tanaman jagung, sesuai dengan kebutuhan, dan sistem ini dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit tanaman jagung di waktu yang akan datang.

Berdasarkan hasil pengujian MOS pada Tabel 4.15, Tabel 4.15, dan Tabel 4.15, didapatkan hasil perhitungan MOS berturut-turut sebesar 4.54, 4.68, dan 4.43 dari skala 5, sehingga dapat disimpulkan bahwa kualitas dari sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan metode *Dempster-Shafer* yang dibangun dikategorikan sistem *good* (baik). Pernyataan hasil kualitas sistem berdasarkan

pada Tabel 3.6 bahwa sistem dengan rentang nilai MOS 4 sampai dengan 5 dikelompokkan dalam kategori sistem *good* (baik).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian pada sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan metode *Dempster Shafer*, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem pakar yang dibangun mampu mendiagnosa 8 penyakit pada tanaman jagung berdasarkan pengetahuan tiga orang pakar dan telah memberikan hasil diagnosa yang sesuai dengan perhitungan manual.
2. Sistem pakar yang dibangun memiliki nilai akurasi sebesar 87.78% berdasarkan nilai akhir *belief* pakar dan berdasarkan nilai *belief* masing-masing pakar sebesar 93.33% untuk pakar 1, 90% untuk pakar 2, dan 90% untuk pakar 3.
3. Sistem pakar yang dibangun memiliki nilai MOS sebesar 4.54 untuk responden mahasiswa, 4.68 untuk responden penyuluh pertanian, dan 4.43 untuk responden petani yang menunjukkan bahwa sistem layak digunakan dan dikategorikan ke dalam sistem yang baik.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dalam pengembangan sistem ini antara lain:

1. Sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung ini dapat dikembangkan dengan menggunakan metode lain seperti metode *Certainty Factor* dan *Bayes* dengan pembobotan yang berbeda dengan metode *Dempster-Shafer* sehingga dapat dibandingkan metode mana yang lebih tepat digunakan dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman jagung.
2. Sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung ini dapat dikembangkan menjadi sistem pakar berbasis *mobile*.
3. Sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung ini memiliki fitur tambahan seperti *register* dan *login* untuk petani agar data petani dapat tersimpan dalam sistem.

4. Pada pengembangan sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung selanjutnya, pengujian akurasi pada pakar menyertakan persentase kemungkinan penyakit pada tanaman jagung sehingga dapat diketahui penyakit mana yang paling dominan menyerang tanaman jagung berdasarkan penilaian pakar.
5. Pada pengembangan sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung selanjutnya, dilakukan pengujian MOS untuk pakar.
6. Pada pengembangan sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung selanjutnya, gambar penyakit tanaman jagung bisa ditambahkan untuk mempermudah pengguna non-petani dalam mengetahui informasi dari penyakit tanaman jagung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. Sudjono, “Penyakit Jagung dan Pengendaliannya,” in *Buku Jagung Edisi 1979*, 1979, p. Bab 11.
- [2] Minarni, I. Warman, and Yuhendra, “Implementasi Case-Based Reasoning sebagai Metode Inferensi pada Sistem Pakar Identifikasi Penyakit Tanaman Jagung,” *Jurnal TEKNOIF*, vol. 6, no. 1, pp. 1–7, 2018.
- [3] Y. R. Widyanto, A. R. T. H. Ririd, and F. Rahutomo, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan Metode Fuzzy Inference Tsukamoto (Studi Kasus di Dinas Pertanian Kota Blitar),” *Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang*, 2016.
- [4] Kementerian Pertanian, “Laporan Tahunan Kementerian Pertanian Tahun 2016,” 2017.
- [5] Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Barat, “Statistik Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat,” 2019.
- [6] M. Rahadian, R. Saptono, and A. Doewes, “Deteksi Dini Hama dan Penyakit Tanaman Padi Memanfaatkan Masukan Tekstual dengan Metode Cosine Similarity,” *PROSIDING SEMINAR ILMIAH ILMU KOMPUTER*, 2014.
- [7] *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2013 Tentang Perlindungan dan Pemberdayaan Petani*. 2013, p. 20.
- [8] D. Hastari and F. Bimantoro, “Sistem Pakar untuk Mendiagnosis Gangguan Mental Anak Menggunakan Metode Dempster Shafer,” *J-COSINE*, vol. 2, no. 2, pp. 71–79, 2018.
- [9] K. Ramanjeet, D. Salam, and P. Pannu, “Expert System to Detect and Diagnose the Leaf Diseases of Cereals,” *International Journal of Current Engineering and Technology*, vol. 3, no. 4, pp. 1480–1483, 2013.
- [10] P. M. Prihatini, “Metode Ketidakpastian dan Kesamaran dalam Sistem Pakar,” *LONTAR KOMPUTER*, vol. 2, no. 1, pp. 29–42, 2011.

- [11] E. G. Wahyuni and W. Prijodiprojo, "Prototype Sistem Pakar untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Koroner dengan Metode Dempster- Shafer (Studi Kasus: RS. PKU Muhammadiyah Yogyakarta)," *IJCSS*, vol. 7, no. 2, pp. 133–144, 2013.
- [12] A. P. Putra and C. Rahmad, "Analisa Perbandingan Metode Certainty Factor dan Dempster Shafer pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Diabetes Melitus," *Jurnal Informatika Poinema*, vol. 2, no. 1, pp. 7–12, 2015.
- [13] R. Hamidi, H. Anra, and H. S. Pratiwi, "Analisis Perbandingan Sistem Pakar dengan Metode Certainty Factor dan Metode Dempster-Shafer pada Penyakit Kelinci," *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 5, no. 2, pp. 142–146, 2017.
- [14] E. Panggabean, "Comparative Analysis Of Dempster Shafer Method With Certainty Factor Method For Diagnose Stroke Diseases," *International Journal Of Artificial Intelegence Research*, vol. 2, no. 1, pp. 37–41, 2018.
- [15] K. Adhianto, R. Andrian, and Y. N. Sari, "Comparative Analysis of Cow Disease Diagnosis Expert System using Bayesian Network and Dempster-Shafer Method," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 10, no. 4, pp. 227–235, 2019.
- [16] Nurmahaludin and G. R. Cahyono, "Sistem Pakar Menggunakan Fuzzy-Dempster Shafer untuk Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Jagung," *Prosiding SNRT*, pp. B59–B67, 2016.
- [17] Normawardah, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web," *JATI*, vol. 3, no. 1, pp. 219–226, 2019.
- [18] N. K. Korada, N. S. P. Kumar, and Y. V. N. H. Deekshitulu, "Implementation of Naive Bayesian Classifier and Ada-Boost Algorithm Using Maize Expert System," *IJIST*, vol. 2, no. 3, pp. 63–75, 2012.
- [19] M. Syarief, A. Mukminin, N. Prastiti, and W. Setiawan, "Penerapan Metode Naïve Bayes Classifier untuk Deteksi Penyakit Tanaman Jagung," *Jurnal*

Ilmiah NERO, vol. 3, no. 1, pp. 61–68, 2017.

- [20] A. Rosana MZ, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit pada Manusia dengan Metode Dempster Shafer,” Universitas Mataram, 2019.
- [21] A. Maselena and M. M. Hasan, “Skin Diseases Expert System using Dempster- Shafer Theory,” *I.J. Intelligent Systems and Applications*, vol. 5, pp. 38–44, 2012.
- [22] D. Purnomo, B. Irawan, and Y. Brianorman, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Kucing Menggunakan Metode Dempster-Shafer Berbasis Android,” *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*, vol. 5, no. 1, pp. 45–55, 2017.
- [23] M. Ihsan, F. Agus, and D. M. Khairina, “Penerapan Metode Dempster Shafer untuk Sistem Deteksi Penyakit Tanaman Padi,” *Prosiding Seminar Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 1, pp. 128–135, 2017.
- [24] A. Maselena and M. M. Hasan, “Avian Influenza (H5N1) Expert System using Dempster-Shafer Theory,” *International Conference on Informatics for Development*, pp. 93–98, 2011.
- [25] R. N. Iriany, M. H. G. Yasin, and A. T. M, “Asal, Sejarah, Evolusi, dan Taksonomi Tanaman Jagung,” in *Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan*, 1996, pp. 1–15.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Penyakit

Tabel 1. Daftar penyakit tanaman jagung.

Kode	Nama Penyakit
P01	Bulai
P02	Karat Daun
P03	Bercak Daun
P04	Hawar Daun
P05	Busuk Pelelah
P06	Busuk Batang
P07	Gosong
P08	Mosaik Jagung

Lampiran 2. Gejala

Tabel 2. Daftar gejala penyakit tanaman jagung.

Kode	Gejala Penyakit
G01	Terdapat garis-garis berwarna agak kekuningan (klorotik) memanjang sejajar tulang daun
G02	Tanaman terlihat kerdil
G03	Tongkol tidak terbentuk
G04	Daun-daun menggulung
G05	Bunga jantan berubah menjadi massa daun yang berlebihan
G06	Terdapat serbuk seperti tepung di permukaan bawah daun
G07	Daun layu dan kering
G08	Bercak kecil berbentuk oval pada daun
G09	Bercak berwarna coklat atau merah oranye seperti karat pada permukaan daun atas dan bawah
G10	Bercak berwarna coklat kemerahan berbentuk kumpan dengan pinggiran bercak berwarna hijau kuning atau klorotik pada permukaan daun
G11	Biji rusak dan busuk
G12	Tongkol gugur
G13	Bercak di seluruh bagian tanaman seperti daun, pelelah, batang, tangkai kelobot, bulir, dan tongkol
G14	Bercak memanjang berbentuk ellips
G15	Bercak kering yang luas (hawar) berwarna hijau keabu-abuan atau coklat

Kode	Gejala Penyakit
G16	Hawar berwarna abu-abu seperti terbakar atau mengering
G17	Bercak jamur berwarna agak kemerahan menjadi abu-abu pudar pada permukaan pelepah
G18	Bercak meluas dan terpisah-pisah seperti gejala panu
G19	Pembentukan gumpalan keras (sklerotia) yang tidak beraturan berwarna putih hingga cokelat gelap
G20	Pangkal batang berwarna kecoklatan
G21	Bagian dalam batang busuk dan mudah rebah
G22	Bagian kulit luar tipis
G23	Bengkakan besar pada biji-biji tongkol
G24	Bagian dalam biji berwarna gelap dan menjadi massa tepung berwarna cokelat gelap sampai hitam
G25	Daun berwarna mosaik atau hijau

Lampiran 3. Persebaran Gejala

Tabel 3. Persebaran gejala penyakit tanaman jagung.

Kode	Gejala	Penyakit							
		P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08
G01	Terdapat garis-garis berwarna agak kekuningan (klorotik) memanjang sejajar tulang daun	√							√
G02	Tanaman terlihat kerdil	√							
G03	Tongkol tidak terbentuk	√							
G04	Daun-daun menggulung	√							
G05	Bunga jantan berubah menjadi massa daun yang berlebihan	√							
G06	Terdapat serbuk seperti tepung di permukaan bawah daun	√							
G07	Daun layu dan kering		√				√		

Kode	Gejala	Penyakit							
		P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08
G08	Bercak kecil berbentuk oval pada daun		√		√				
G09	Bercak berwarna coklat atau merah oranye seperti karat pada permukaan daun atas dan bawah		√						
G10	Bercak berwarna coklat kemerahan berbentuk kumparan dengan pinggiran bercak berwarna hijau kuning atau khlorotik pada permukaan daun			√					
G11	Biji rusak dan busuk			√					
G12	Tongkol gugur			√					
G13	Bercak di seluruh bagian tanaman seperti daun, pelepah, batang, tangkai kelobot, bulir, dan tongkol			√					
G14	Bercak memanjang berbentuk ellips				√				
G15	Bercak kering yang luas (hawar) berwarna hijau keabu-abuan atau coklat				√				
G16	Hawar berwarna abu-abu seperti terbakar atau mengering				√				
G17	Bercak jamur berwarna agak kemerahan menjadi abu-abu pudar pada permukaan pelepah					√			

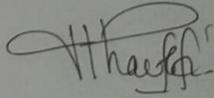
Kode	Gejala	Penyakit							
		P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08
G18	Bercak meluas dan terpisah-pisah seperti gejala panu					√			
G19	Pembentukan gumpalan keras (sklerotia) yang tidak beraturan berwarna putih hingga cokelat gelap					√			
G20	Pangkal batang berwarna kecoklatan						√		
G21	Bagian dalam batang busuk dan mudah rebah						√		
G22	Bagian kulit luar tipis						√		
G23	Bengkakan besar pada biji-biji tongkol							√	
G24	Bagian dalam biji berwarna gelap dan menjadi massa tepung berwarna cokelat gelap sampai hitam							√	
G25	Daun berwarna mosaik atau hijau								√

Lampiran 4. Nilai Kepercayaan (*Belief*) Pakar 1

Penyakit Bulai

No	Gejala	Bobot
1.	Terdapat garis-garis berwarna agak kekuningan (klorotik) memanjang sejajar tulang daun	0.85
2.	Tanaman terlihat kerdil	0.85
3.	Tongkol tidak terbentuk	0.5
4.	Daun-daun menggulung	0.5
5.	Bunga jantan berubah menjadi massa daun yang berlebihan	0.5
6.	Terdapat serbuk seperti tepung di permukaan bawah daun	0.85

Mataram, 13/12/2019
Mengetahui,

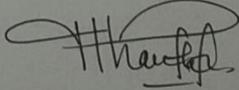

Prof. Ir. M. Taufik Fauzi, M.Sc., Ph.D.

Gambar 1. Nilai *belief* pakar 1 untuk penyakit Bulai.

Penyakit Karat Daun

No	Gejala	Bobot
1.	Daun layu dan kering	1
2.	Bercak kecil berbentuk oval pada daun	1
3.	Bercak berwarna cokelat atau merah oranye seperti karat pada permukaan daun atas dan bawah	1

Mataram, 13/12/2019
Mengetahui,

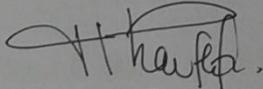

Prof. Ir. M. Taufik Fauzi, M.Sc., Ph.D.

Gambar 2. Nilai *belief* pakar 1 untuk penyakit Karat Daun.

Penyakit Bercak Daun

No	Gejala	Bobot
1.	Bercak berwarna coklat kemerahan berbentuk kumparan dengan pinggiran bercak berwarna hijau kuning atau khlorotik pada permukaan daun	1
2.	Biji rusak dan busuk	0.5
3.	Tongkol gugur	0.25
4.	Bercak di seluruh bagian tanaman seperti daun, pelepah, batang, tangkai kelobot, bulir, dan tongkol	0.85

Mataram , 13 / 12 / 2019
Mengetahui,

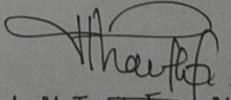

Prof. Ir. M. Taufik Fauzi, M.Sc., Ph.D.

Gambar 3. Nilai *belief* pakar 1 untuk penyakit Bercak Daun.

Penyakit Hawar Daun

No	Gejala	Bobot
1.	Bercak kecil berbentuk oval pada daun	1
2.	Bercak memanjang berbentuk ellips	1
3.	Bercak kering yang luas (hawar) berwarna hijau keabu-abuan atau coklat	1
4.	Hawar berwarna abu-abu seperti terbakar atau mengering	1

Mataram , 13 / 12 / 2019
Mengetahui,

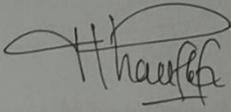

Prof. Ir. M. Taufik Fauzi, M.Sc., Ph.D.

Gambar 4. Nilai *belief* pakar 1 untuk penyakit Hawar Daun.

Penyakit Busuk Pelepah

No	Gejala	Bobot
1.	Bercak jamur berwarna agak kemerahan menjadi abu-abu pudar pada permukaan pelepah	0.85
2.	Bercak meluas dan terpisah-pisah seperti gejala panu	0.85
3.	Pembentukan gumpalan keras (sklerotia) yang tidak beraturan berwarna putih hingga coklat gelap	0.85

Mataram, 13/12/2019
Mengetahui,



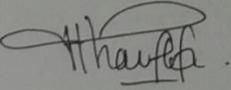
Prof. Ir. M. Taufik Fauzi, M.Sc., Ph.D.

Gambar 5. Nilai *belief* pakar 1 untuk penyakit Busuk Pelepah.

Penyakit Busuk Batang

No	Gejala	Bobot
1.	Daun layu dan kering	0.85
2.	Pangkal batang berwarna kecoklatan	0.85
3.	Bagian dalam batang busuk dan mudah rebah	0.85
4.	Bagian kulit luar tipis	0.5

Mataram, 13/12/2019
Mengetahui,



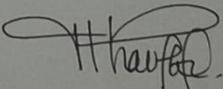
Prof. Ir. M. Taufik Fauzi, M.Sc., Ph.D.

Gambar 6. Nilai *belief* pakar 1 untuk penyakit Busuk Batang.

Penyakit Gosong

No	Gejala	Bobot
1.	Bengkakan besar pada biji-biji tongkol	1
2.	Bagian dalam biji berwarna gelap dan menjadi massa tepung berwarna cokelat gelap sampai hitam	1

Mataram, 13 / 12 / 2019
Mengetahui,



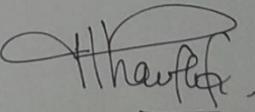
Prof. Ir. M. Taufik Fauzi, M.Sc., Ph.D.

Gambar 7. Nilai *belief* pakar 1 untuk penyakit Gosong.

Penyakit Mosaik Jagung

No	Gejala	Bobot
1.	Terdapat garis-garis berwarna agak kekuningan (klorotik) memanjang sejajar tulang daun	0.85
2.	Tanaman terlihat kerdil	0.85
3.	Daun berwarna mosaik atau hijau	0.85

Mataram, 13 / 12 / 2019
Mengetahui,



Prof. Ir. M. Taufik Fauzi, M.Sc., Ph.D.

Gambar 8. Nilai *belief* pakar 1 untuk penyakit Mosaik Jagung.

Lampiran 5. Nilai Kepercayaan (*Belief*) Pakar 2

Penyakit Bulai		
No	Gejala	Bobot
1.	Terdapat garis-garis berwarna agak kekuningan (klorotik) memanjang sejajar tulang daun	1
2.	Tanaman terlihat kerdil	1
3.	Tongkol tidak terbentuk	1
4.	Daun-daun menggulung	1
5.	Bunga jantan berubah menjadi massa daun yang berlebihan	1
6.	Terdapat serbuk seperti tepung di permukaan bawah daun	0,5

Namada, 19/12/2019
 Mengetahui,

 IRWAN HIDAYAT, SP.

Gambar 9. Nilai *belief* pakar 2 untuk penyakit Bulai.

Penyakit Karat Daun		
No	Gejala	Bobot
1.	Daun layu dan kering	0,5
2.	Bercak kecil berbentuk oval pada daun	1
3.	Bercak berwarna cokelat atau merah oranye seperti karat pada permukaan daun atas dan bawah	1

Namada, 19/12/2019
 Mengetahui,

 Irwan Hidayat, SP.

Gambar 10. Nilai *belief* pakar 2 untuk penyakit Karat Daun.

Penyakit Bercak Daun

No	Gejala	Bobot
1.	Bercak berwarna coklat kemerahan berbentuk kumparan dengan pinggiran bercak berwarna hijau kuning atau khlorotik pada permukaan daun	-7
2.	Biji rusak dan busuk	0,8
3.	Tongkol gugur	/
4.	Bercak di seluruh bagian tanaman seperti daun, pelepah, batang, tangkai kelobot, bulir, dan tongkol	/

Narmada, 19/12/2019
Mengetahui,



Juwana Hidayat, SP.

Gambar 11. Nilai *belief* pakar 2 untuk penyakit Bercak Daun.

Penyakit Hawar Daun

No	Gejala	Bobot
1.	Bercak kecil berbentuk oval pada daun	/
2.	Bercak memanjang berbentuk ellips	/
3.	Bercak kering yang luas (hawar) berwarna hijau keabu-abuan atau coklat	0,8
4.	Hawar berwarna abu-abu seperti terbakar atau mengering	/

Narmada, 19/12/2019
Mengetahui,



Juwana Hidayat, SP.

Gambar 12. Nilai *belief* pakar 2 untuk penyakit Hawar Daun.

Penyakit Busuk Pelepah

No	Gejala	Bobot
1.	Bercak jamur berwarna agak kemerahan menjadi abu-abu pudar pada permukaan pelepah	1
2.	Bercak meluas dan terpisah-pisah seperti gejala panu	0,8
3.	Pembentukan gumpalan keras (sklerotia) yang tidak beraturan berwarna putih hingga cokelat gelap	1

Namada, 19/12/2019
 Mengetahui,

 Iwan Hidayat, SP.

Gambar 13. Nilai *belief* pakar 2 untuk penyakit Busuk Pelepah.

Penyakit Busuk Batang

No	Gejala	Bobot
1.	Daun layu dan kering	1
2.	Pangkal batang berwarna kecoklatan	0,8
3.	Bagian dalam batang busuk dan mudah rebah	1
4.	Bagian kulit luar tipis	0,5

Namada, 19/12/2019
 Mengetahui,

 Iwan Hidayat, SP.

Gambar 14. Nilai *belief* pakar 2 untuk penyakit Busuk Batang.

Penyakit Gosong		
No	Gejala	Bobot
1.	Bengkakan besar pada biji-biji tongkol	/
2.	Bagian dalam biji berwarna gelap dan menjadi massa tepung berwarna cokelat gelap sampai hitam	/

Narmada, 19/12/2019
Mengetahui,



Irwani Hidayat, SP.

Gambar 15. Nilai *belief* pakar 2 untuk penyakit Gosong.

Penyakit Mosaik Jagung		
No	Gejala	Bobot
1.	Terdapat garis-garis berwarna agak kekuningan (klorotik) memanjang sejajar tulang daun	/
2.	Tanaman terlihat kerdil	/
3.	Daun berwarna mosaik atau hijau	0,5

Narmada, 19/12/2019
Mengetahui,



Irwani Hidayat, SP.

Gambar 16. Nilai *belief* pakar 2 untuk penyakit Mosaik Jagung.

Lampiran 6. Nilai Kepercayaan (*Belief*) Pakar 3

Penyakit Bulai

No	Gejala	Bobot
1.	Terdapat garis-garis berwarna agak kekuningan (klorotik) memanjang sejajar tulang daun	1
2.	Tanaman terlihat kerdil	1
3.	Tongkol tidak terbentuk	0,5
4.	Daun-daun menggulung	0,5
5.	Bunga jantan berubah menjadi massa daun yang berlebihan	1
6.	Terdapat serbuk seperti tepung di permukaan bawah daun	0,5

, / /2019

Mengetahui,



Gambar 17. Nilai *belief* pakar 3 untuk penyakit Bulai.

Penyakit Karat Daun

No	Gejala	Bobot
1.	Daun layu dan kering	0,25
2.	Bercak kecil berbentuk oval pada daun	0,75
3.	Bercak berwarna coklat atau merah oranye seperti karat pada permukaan daun atas dan bawah	1

, / /2019

Mengetahui,



Gambar 18. Nilai *belief* pakar 3 untuk penyakit Karat Daun.

Penyakit Bercak Daun

No	Gejala	Bobot
1.	Bercak berwarna cokelat kemerahan berbentuk kumparan dengan pinggiran bercak berwarna hijau kuning atau khlorotik pada permukaan daun	0,85
2.	Biji rusak dan busuk	0,05
3.	Tongkol gugur	0,08
4.	Bercak di seluruh bagian tanaman seperti daun, pelepah, batang, tangkai kelobot, bulir, dan tongkol	0,25

, / /2019

Mengetahui,



DINAS PERTANIAN
KABUPATEN LOMBOK BARAT

Gambar 19. Nilai *belief* pakar 3 untuk penyakit Bercak Daun.

Penyakit Hawar Daun

No	Gejala	Bobot
1.	Bercak kecil berbentuk oval pada daun	0,5
2.	Bercak memanjang berbentuk ellips	0,5
3.	Bercak kering yang luas (hawar) berwarna hijau keabu-abuan atau cokelat	0,85
4.	Hawar berwarna abu-abu seperti terbakar atau mengering	0,85

, / /2019

Mengetahui,



DINAS PERTANIAN
KABUPATEN LOMBOK BARAT

Gambar 20. Nilai *belief* pakar 3 untuk penyakit Hawar Daun.

Penyakit Busuk Pelepah

No	Gejala	Bobot
1.	Bercak jamur berwarna agak kemerahan menjadi abu-abu pudar pada permukaan pelepah	0,05
2.	Bercak meluas dan terpisah-pisah seperti gejala panu	0,25
3.	Pembentukan gumpalan keras (sklerotia) yang tidak beraturan berwarna putih hingga coklat gelap	0,05

, / /2019

Mengetahui,



Gambar 21. Nilai *belief* pakar 3 untuk penyakit Busuk Pelepah.

Penyakit Busuk Batang

No	Gejala	Bobot
1.	Daun layu dan kering	0,05
2.	Pangkal batang berwarna kecoklatan	1
3.	Bagian dalam batang busuk dan mudah rebah	1
4.	Bagian kulit luar tipis	0,25

, / /2019

Mengetahui,



Gambar 22. Nilai *belief* pakar 3 untuk penyakit Busuk Batang.

Penyakit Gosong

No	Gejala	Bobot
1.	Bengkakan besar pada biji-biji tongkol	0,85
2.	Bagian dalam biji berwarna gelap dan menjadi massa tepung berwarna cokelat gelap sampai hitam	1

, / /2019

Mengetahui,



Gambar 23. Nilai *belief* pakar 3 untuk penyakit Gosong.

Penyakit Mosaik Jagung

No	Gejala	Bobot
1.	Terdapat garis-garis berwarna agak kekuningan (klorotik) memanjang sejajar tulang daun	0,05
2.	Tanaman terlihat kerdil	0,5
3.	Daun berwarna mosaik atau hijau	0,5

, / /2019

Mengetahui,



Gambar 24. Nilai *belief* pakar 3 untuk penyakit Mosaik Jagung.

Lampiran 7. Nilai Akhir Kepercayaan (*Belief*) Suatu Penyakit

1. Bulai

Nilai *belief* setiap gejala dari penyakit bulai yang memiliki 6 gejala dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai akhir *belief* dari gejala penyakit bulai.

Gejala	Bobot
Terdapat garis-garis berwarna agak kekuningan (klorotik) memanjang sejajar tulang daun	0.95
Tanaman terlihat kerdil	0.95
Tongkol tidak terbentuk	0.66666667
Daun-daun menggulung	0.66666667
Bunga jantan berubah menjadi massa daun yang berlebihan	0.83333333
Terdapat serbuk seperti tepung di permukaan bawah daun	0.61666667

2. Karat Daun

Nilai *belief* setiap gejala dari penyakit karat daun yang memiliki 3 gejala dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai akhir *belief* dari gejala penyakit karat daun.

Gejala	Bobot
Daun layu dan kering	0.58333333
Bercak kecil berbentuk oval pada daun	0.95
Bercak berwarna cokelat atau merah oranye seperti karat pada permukaan daun atas dan bawah	1.00

3. Bercak Daun

Nilai *belief* setiap gejala dari penyakit bercak daun yang memiliki 4 gejala dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai akhir *belief* dari gejala penyakit bercak daun.

Gejala	Bobot
Bercak berwarna cokelat kemerahan berbentuk kumpan dengan pinggiran bercak berwarna hijau kuning atau klorotik pada permukaan daun	0.95
Biji rusak dan busuk	0.45

Gejala	Bobot
Tongkol gugur	0.433333333
Bercak di seluruh bagian tanaman seperti daun, pelepah, batang, tangkai kelobot, bulir, dan tongkol	0.70

4. Hawar Daun

Nilai *belief* setiap gejala dari penyakit hawar daun yang memiliki 4 gejala dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai akhir *belief* dari gejala penyakit hawar daun.

Gejala	Bobot
Bercak kecil berbentuk oval pada daun	0.833333333
Bercak memanjang berbentuk ellips	0.833333333
Bercak kering yang luas (hawar) berwarna hijau keabu-abuan atau coklat	0.883333333
Hawar berwarna abu-abu seperti terbakar atau mengering	0.95

5. Busuk Pelepah

Nilai *belief* setiap gejala dari penyakit busuk pelepah yang memiliki 3 gejala dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai akhir *belief* dari gejala penyakit busuk pelepah.

Gejala	Bobot
Bercak jamur berwarna agak kemerahan menjadi abu-abu pudar pada permukaan pelepah	0.633333333
Bercak meluas dan terpisah-pisah seperti gejala panu	0.633333333
Pembentukan gumpalan keras (sklerotia) yang tidak beraturan berwarna putih hingga coklat gelap	0.633333333

6. Busuk Batang

Nilai *belief* setiap gejala dari penyakit busuk batang yang memiliki 4 gejala dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai akhir *belief* dari gejala penyakit busuk batang.

Gejala	Bobot
Daun layu dan kering	0.633333333

Gejala	Bobot
Pangkal batang berwarna kecoklatan	0.883333333
Bagian dalam batang busuk dan mudah rebah	0.95
Bagian kulit luar tipis	0.416666667

7. Gosong

Nilai *belief* setiap gejala dari penyakit gosong yang memiliki 2 gejala dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai akhir *belief* dari gejala penyakit gosong.

Gejala	Bobot
Bengkakan besar pada biji-biji tongkol	0.95
Bagian dalam biji berwarna gelap dan menjadi massa tepung berwarna coklat gelap sampai hitam	1.00

8. Mosaik Jagung

Nilai *belief* setiap gejala dari penyakit mosaik jagung yang memiliki 3 gejala dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Nilai akhir *belief* dari gejala penyakit mosaik jagung.

Gejala	Bobot
Terdapat garis-garis berwarna agak kekuningan (klorotik) memanjang sejajar tulang daun	0.90
Tanaman terlihat kerdil	0.783333333
Daun berwarna mosaik atau hijau	0.616666667

Lampiran 8. Solusi Pengendalian dan Saran Penanganan Penyakit

1. Nama Penyakit: Bulai
 - a. Tanam varietas jagung yang tahan bulai seperti Kalingga, Arjuna, Wiyasa, Bromo, Parikesit, dan Hibrida CI.
 - b. Tidak menanam benih jagung yang berasal dari tanaman sakit.
 - c. Tanam jagung secara serempak pada awal sampai akhir musim kemarau. Penanaman jagung pada peralihan musim (marengan atau labuhan) akan menderita kerugian besar karena bulai.
 - d. Perlakuan benih dengan fungisida sistemik seperti Ridomil 35 SD (5 g formulasi/kg benih Ridomil mengandung bahan aktif metalaksil 35%).

2. Nama Penyakit: Karat Daun
 - a. Tanam varietas tahan seperti Kalingga, Arjuna, Wiyasa, Pioneer-2. Hibrida CI sangat peka terhadap penyakit ini.
 - b. Gunakan fungisida triadomefon atau golongan dithiokarbamat secara semprotan.

3. Nama Penyakit: Bercak Daun
 - a. Gunakan varietas tahan.
 - b. Pembajakan tanah yang bersih dapat mengurangi infeksi
 - c. Hindari menanam jagung terlalu rapat.
 - d. Gunakan fungisida sistemik, terutama sejak bunga jantan muncul dengan interval 7-10 hari.
 - e. Hindari menanam jagung yang bersitoplasma jantan mandul.

4. Nama Penyakit: Hawar Daun
 - a. Tanam varietas tahan seperti Kalingga, Arjuna, dan Hibrida CI. Varietas jagung manis (*sweet corn*) sangat peka terhadap penyakit ini.
 - b. Tanam jagung pada awal sampai akhir kemarau dan secara serempak.
 - c. Gunakan fungisida sistemik secara semprotan.

5. Nama Penyakit: Busuk Pelepah
 - a. Tanam varietas tahan
 - b. Pilih varietas dengan pelepah berkurang di bawah batang untuk menghindari perkembangan penyakit.
 - c. Sebaiknya menanam jagung pada awal musim kemarau.

6. Nama Penyakit: Busuk Batang
 - a. Tanam varietas tahan diplodia dan varietas tahan dengan tongkol tertutup sempurna.
 - b. Jaga kesuburan tanah yang berimbang.
 - c. Atur populasi tanaman agar jangan terlalu rapat.
 - d. Hindari penanaman pada musim penghujan.
 - e. Lakukan sanitasi dan rotasi.
 - f. Gunakan fungisida efektif secara semprotan.
 - g. Tanam benih sehat (kadar air 14 %).

7. Nama Penyakit: Gosong
 - a. Tanam varietas tahan
 - b. Buang dan bakar bagian yang terinfeksi sebelum bengkakan pecah.
 - c. Jaga kesuburan tanah yang berimbang.

8. Nama Penyakit: Mosaik Jagung
 - a. Tanam varietas tahan, seperti galur murni
 - b. Lakukan penyiangan dua kali

Lampiran 9. Pengujian *Black Box*

Pengujian *Black Box*

LEMBAR PENGUJIAN BLACK BOX PADA SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN JAGUNG DENGAN METODE DEMPSTER SHAFER

Pengguna : *Anggin Rina Didingrik*

Tanggal menggunakan sistem : *13 Juli 2020*

1. Fungsi Form *Login Admin*

Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	
		Sesuai	Tidak Sesuai
Admin memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> yang benar	Proses <i>login</i> berhasil, sistem akan menampilkan halaman awal admin	✓	
Admin memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> yang salah	Proses <i>login</i> gagal, sistem akan menampilkan halaman <i>login</i> kembali dengan pesan kesalahan	✓	

2. Fungsi Laman Admin

Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	
		Sesuai	Tidak Sesuai
Admin memilih menu beranda	Sistem menampilkan laman beranda admin	✓	
Admin memilih menu penyakit	Sistem menampilkan laman penyakit serta seluruh data penyakit yang tersimpan pada <i>database</i>	✓	
Admin memilih tambah data penyakit	Data penyakit berhasil ditambah	✓	
Admin memilih ubah data penyakit	Data penyakit berhasil diubah	✓	
Admin memilih hapus data penyakit	Data penyakit berhasil dihapus	✓	
Admin memilih menu gejala	Sistem menampilkan laman gejala serta seluruh data gejala yang tersimpan pada <i>database</i>	✓	
Admin memilih tambah data gejala	Data gejala berhasil ditambah	✓	
Admin memilih ubah data gejala	Data gejala berhasil diubah	✓	
Admin memilih hapus data gejala	Data gejala berhasil dihapus	✓	
Admin memilih menu relasi	Sistem menampilkan laman relasi serta seluruh data relasi yang tersimpan pada <i>database</i>	✓	
Admin memilih tambah	Data relasi berhasil ditambah	✓	

Gambar 25. Pengujian *black box* untuk responden 1.

data relasi			
Admin memilih ubah data relasi	Data relasi berhasil diubah	✓	
Admin memilih hapus data relasi	Data relasi berhasil dihapus	✓	
Admin memilih menu <i>logout</i>	Sistem akan menampilkan laman beranda utama pengguna	✓	

3. Fungsi Laman Pengguna

Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	
		Sesuai	Tidak Sesuai
Pengguna memilih menu beranda	Sistem menampilkan laman beranda pengguna	✓	
Pengguna memilih menu diagnosa penyakit	Sistem dapat menampilkan laman diagnosa penyakit beserta seluruh data gejala	✓	
Pengguna menekan tombol diagnosa setelah memilih gejala pada laman diagnosa penyakit	Sistem menampilkan hasil diagnosa berupa, nama penyakit, persentase kemungkinan terserang penyakit, dan daftar gejala yang dipilih pengguna	✓	
Pengguna memilih menu info penyakit	Sistem dapat menampilkan laman info penyakit	✓	
Pengguna memilih salah satu penyakit pada laman info penyakit	Sistem dapat menampilkan detail info dari penyakit yang dipilih berupa nama, gambar, deskripsi, dan solusi penanganan penyakit yang dipilih	✓	
Pengguna memilih menu tentang sistem	Sistem menampilkan laman tentang sistem yang berisi deskripsi sistem dan cara penggunaan sistem	✓	

Mataram, 13 Juli 2020
Responden,

(Anggin R W)

Gambar 26. Pengujian *black box* untuk responden 1 (lanjutan).

Pengujian *black box* selengkapnya dapat dilihat pada tautan berikut ini:

https://drive.google.com/drive/folders/16lluZmh_u8BUFUTAIImXzK3BCHOviDk_8?usp=sharing

Lampiran 10. Pengujian Akurasi Pakar 1

Nama Pakar : *

Prof. Ir. M. Taufik Fauzi, M.Sc., Ph.D.

1. *

Jika pada tanaman jagung terdapat gejala :

- Terdapat garis-garis berwarna agak kekuningan (klorotik) memanjang sejajar tulang daun
- Tanaman terlihat kerdil
- Bunga jantan berubah menjadi massa daun yang berlebihan
- Terdapat serbuk seperti tepung di permukaan bawah daun
- Pangkal batang berwarna kecoklatan
- Bagian kulit luar tipis

Maka kemungkinan tanaman jagung terserang penyakit :

Bulai

Karat Daun

Bercak Daun

Hawar Daun

Busuk Pelepah

Busuk Batang

Gosong

Mosaik Jagung

Gambar 27. Pengujian akurasi untuk pakar 1 pada kasus 1.

Pengujian akurasi pakar 1 selengkapnya dapat dilihat pada tautan berikut ini:

<https://drive.google.com/drive/folders/1ATNVA7d1KGzTfcNEq0BXXkjjY7crYE7F?usp=sharing>

Lampiran 11. Pengujian Akurasi Pakar 2

Pengujian Akurasi Sistem

LEMBAR VALIDASI BASIS PENGETAHUAN PAKAR PADA SISTEM PAKAR
DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN JAGUNG DENGAN METODE DEMPSTER
SHAFFER

Gejala	Keterangan (√ jika ada)
Terdapat garis-garis berwarna agak kekuningan (klorotik) memanjang sejajar tulang daun	✓
Tanaman terlihat kerdil	✓
Tongkol tidak terbentuk	
Daun-daun menggulung	
Bunga jantan berubah menjadi massa daun yang berlebihan	✓
Terdapat serbuk seperti tepung di permukaan bawah daun	✓
Daun layu dan kering	
Bercak kecil berbentuk oval pada daun	
Bercak berwarna coklat atau merah oranye seperti karat pada permukaan daun atas dan bawah	
Bercak berwarna coklat kemerahan berbentuk kumaran dengan pinggiran bercak berwarna hijau kuning atau klorotik pada permukaan daun	
Biji rusak dan busuk	
Tongkol gugur	
Bercak di seluruh bagian tanaman seperti daun, pelepah, batang, tangkai kelobot, bulir, dan tongkol	
Bercak memanjang berbentuk ellips	
Bercak kering yang luas (hawar) berwarna hijau keabu-abuan atau coklat	
Hawar berwarna abu-abu seperti terbakar atau mengering	
Bercak jamur berwarna agak kemerahan menjadi abu-abu pudar pada permukaan pelepah	
Bercak meluas dan terpisah-pisah seperti gejala panu	

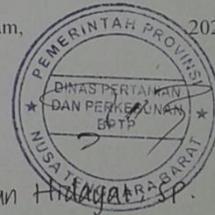
Gambar 28. Pengujian akurasi untuk pakar 2 pada kasus 1.

Pembentukan gumpalan keras (sklerotia) yang tidak beraturan berwarna putih hingga coklat gelap	
Pangkal batang berwarna kecoklatan	✓
Bagian dalam batang busuk dan mudah rebah	
Bagian kulit luar tipis	✓
Bengkakan besar pada biji-biji tongkol	
Bagian dalam biji berwarna gelap dan menjadi massa tepung berwarna coklat gelap sampai hitam	
Daun berwarna mosaik atau hijau	

Kemungkinan tanaman jagung terserang penyakit:

✓ Bulai	Busuk Pelepah
Karat Daun	Busuk Batang
Bercak Daun	Gosong
Hawar Daun	Mosaik Jagung

Mataram,
Pakar,



(Iruan Hidayat, SP.)

Gambar 29. Pengujian akurasi untuk pakar 2 pada kasus 1 (lanjutan).

Pengujian akurasi pakar 2 selengkapnya dapat dilihat pada tautan berikut ini:

<https://drive.google.com/drive/folders/1yTXegXL62ceBntJWfH06nok9SRVYbOeZ?usp=sharing>

Lampiran 12. Pengujian Akurasi Pakar 3

Pengujian Akurasi Sistem

LEMBAR VALIDASI BASIS PENGETAHUAN PAKAR PADA SISTEM PAKAR
DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN JAGUNG DENGAN METODE DEMPSTER
SHAFFER

Gejala	Keterangan (√ jika ada)
Terdapat garis-garis berwarna agak kekuningan (klorotik) memanjang sejajar tulang daun	✓
Tanaman terlihat kerdil	✓
Tongkol tidak terbentuk	
Daun-daun menggulung	
Bunga jantan berubah menjadi massa daun yang berlebihan	✓
Terdapat serbuk seperti tepung di permukaan bawah daun	✓
Daun layu dan kering	
Bercak kecil berbentuk oval pada daun	
Bercak berwarna coklat atau merah oranye seperti karat pada permukaan daun atas dan bawah	
Bercak berwarna coklat kemerahan berbentuk kumpan dengan pinggiran bercak berwarna hijau kuning atau klorotik pada permukaan daun	
Biji rusak dan busuk	
Tongkol gugur	
Bercak di seluruh bagian tanaman seperti daun, pelepah, batang, tangkai kelobot, bulir, dan tongkol	
Bercak memanjang berbentuk ellips	
Bercak kering yang luas (hawar) berwarna hijau keabu-abuan atau coklat	
Hawar berwarna abu-abu seperti terbakar atau mengering	
Bercak jamur berwarna agak kemerahan menjadi abu-abu pudar pada permukaan pelepah	
Bercak meluas dan terpisah-pisah seperti gejala panu	

Gambar 30. Pengujian akurasi untuk pakar 3 pada kasus 1.

Pembentukan gumpalan keras (sklerotia) yang tidak beraturan berwarna putih hingga cokelat gelap	
Pangkal batang berwarna kecoklatan	✓
Bagian dalam batang busuk dan mudah rebah	
Bagian kulit luar tipis	✓
Bengkakan besar pada biji-biji tongkol	
Bagian dalam biji berwarna gelap dan menjadi massa tepung berwarna cokelat gelap sampai hitam	
Daun berwarna mosaik atau hijau	

Kemungkinan tanaman jagung terserang penyakit:

Bulai		Busuk Pelepah
Karat Daun	✓	Busuk Batang
Bercak Daun		Gosong
Hawar Daun		Mosaik Jagung

Mataram,
Pakar,

2020



(J. Wandi, SP.)

Gambar 31. Pengujian akurasi untuk pakar 3 pada kasus 1 (lanjutan).

Pengujian akurasi pakar 3 selengkapnya dapat dilihat pada tautan berikut ini:

https://drive.google.com/drive/folders/1HHABT_o2DvaICiym9ctlXvqlHgS14Ozh?usp=sharing

Lampiran 13. Pengujian MOS

Kuesioner Pengujian Sistem

LEMBAR KUESIONER PENGUJIAN “SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN JAGUNG DENGAN METODE DEMPSTER SHAFER”

Nama Pengguna : Nurhaini Rahmawati
Pekerjaan : Mahasiswa PSTI UNRAM
Tanggal menggunakan sistem : 15/07/2020

Tabel Parameter Pengujian Sistem

No	Parameter Uji	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1	Tampilan sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung ini menarik					✓
2	Sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung ini mudah digunakan (<i>user friendly</i>)					✓
3	Penggunaan warna, tampilan, dan jenis huruf pada sistem pakar ini sudah sesuai				✓	
4	Fitur-fitur yang ada pada sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung bekerja dengan baik					✓
5	Anda akan menggunakan sistem pakar ini untuk membantu diagnosa penyakit pada tanaman jagung Anda pada waktu yang akan datang				✓	

Keterangan:
1 = Sangat Tidak Setuju
2 = Tidak Setuju
3 = Tidak Tahu
4 = Setuju
5 = Sangat Setuju

Mataram, 15/07/2020
Responden,

(Nurhaini Rahmawati)

Gambar 32. Pengujian MOS untuk responden mahasiswa.

Kuesioner Pengujian Sistem

LEMBAR KUESIONER PENGUJIAN "SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN JAGUNG DENGAN METODE DEMPSTER SHAFER"

Nama Pengguna : NURUL SUPRIHATINI, SP
Pekerjaan : Penyuluh Pertanian Kec. LABUAPI
Tanggal menggunakan sistem : 16 Juli 2020

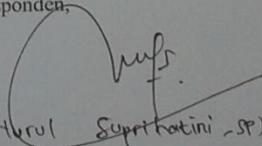
Tabel Parameter Pengujian Sistem

No	Parameter Uji	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1	Adanya sistem pakar ini dapat memberikan informasi tentang penyakit pada tanaman jagung					✓
2	Adanya sistem pakar ini dapat membantu untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman jagung menjadi lebih mudah					✓
3	Sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung mampu mampu memberikan hasil diagnosa yang sesuai				✓	
4	Sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung ini mudah digunakan				✓	
5	Anda akan menggunakan sistem pakar ini untuk membantu diagnosa penyakit pada tanaman jagung Anda pada waktu yang akan datang					✓

Keterangan:

- 1 = Sangat Tidak Setuju
- 2 = Tidak Setuju
- 3 = Tidak Tahu
- 4 = Setuju
- 5 = Sangat Setuju

Mataram, 16 Juli 2020
Responden,


(Nurul Suprihatini, SP)

Gambar 33. Pengujian MOS untuk responden penyuluh pertanian.

Pengujian MOS selengkapnya dapat dilihat pada tautan berikut ini:

https://drive.google.com/drive/folders/1Dy08529xQmWT2IOSINKVNSi5KhS_U3OQ?usp=sharing

Lampiran 14. Kode Program untuk Metode Dempster Shafer

1. Class “Diagnosa”

```
<?php
class Diagnosa extends CI_Controller
{
    public function __construct()
    {
        parent::__construct();
        $this->load->model('diagnosa_model');
        $this->load->model('penyakit_model');
    }

    public function index()
    {
        $data = array();
        $data['diagnosa'] = $this->diagnosa_model->getGejala();
        $data['content'] = $this->load->view
        ('diagnosa', $data, true);
        $this->load->view('index', $data);
    }

    public function hasilDiagnosa()
    {
        /* Gejala yang dipilih */
        $selected = $this->input->post('gejala');

        if (count($selected) < 2) {
            $data = array();
            $data['dataGejala'] = $this->diagnosa_model->
            getDataGejala($selected);
            $data['content'] = $this->load->
            view('hasilt', $data, true);
            $this->load->view('index', $data);
        } else {
            $environment = $this->diagnosa_model->
            getEnvironment();
            $evidence = $this->diagnosa_model->
            getMassFunction($selected);
            $dataGejala = $this->diagnosa_model->
            getDataGejala($selected);

            /* Data */
            $data = array();
            $data['evidence'] = $evidence;
            $data['environment'] = $environment;

            $densitas_baru = array();
            while (!empty($evidence)) {

                $densitas1[0] = array_shift($evidence);

                $densitas1[1] = array($environment[0]
                ["environment"], 1 - $densitas1[0][1]);

                $densitas2 = array();
                if (empty($densitas_baru)) {
```

```

        $densitas2[0] = array_shift($evidence);
    } else {
        foreach ($densitas_baru as $k => $r) {
            if ($k != "&theta;") {
                $densitas2[] = array($k, $r);
            }
        }
    }
    $theta = 1;

    foreach ($densitas2 as $d) $theta -= $d[1];
    $densitas2[] = array($environment[0]
["environment"], $theta);

    $m = count($densitas2);
    $densitas_baru = array();

    /*perkalian untuk mencari m3*/
    for ($y = 0; $y < $m; $y++) {
        for ($x = 0; $x < 2; $x++) {
            if (!(($y == $m - 1 && $x == 1)) {
                /*tentuin id penyakit*/
                $v = explode(',', $densitas1[$x][0])
;

                $w = explode(',', $densitas2[$y][0])
;

                sort($v);
                sort($w);
                /*mencari irisan*/
                $vw = array_intersect($v, $w);
                if (empty($vw)) {
                    $k = "&theta;";
                } else {
                    $k = implode(',', $vw);
                }
                /*mengisi nilai idnya*/
                if (!isset($densitas_baru[$k])) {
                    $densitas_baru[$k] = $densitas1
[$x][1] * $densitas2[$y][1];
                } else {
                    $densitas_baru[$k] += $densitas1
[$x][1] * $densitas2[$y][1];
                }
            }
        }
    }

    foreach ($densitas_baru as $k => $d) {
        if ($k != "&theta;") {
            $pembagi = 1 - (isset($densitas_baru
["&theta;"]) ? $densitas_baru["&theta;"]
: 0);
            if ($pembagi == 0) {
                $densitas_baru[$k] = $d / 0.0001;
            } else {
                $densitas_baru[$k] = $d / $pembagi;
            }
        }
    }
}

```

```

}

// Perangkingan
unset($densitas_baru["&theta;"]);
arsort($densitas_baru);

$jumPeringkat = count($densitas_baru);
$pKey          = array_keys($densitas_baru);
$stampungP1    = array();
$stampungP2    = array();
$codes         = array();
$nilai         = array();

if ($jumPeringkat >= 2) {

    $stampungP1 = array_shift($densitas_baru);
    $stampungP2 = array_shift($densitas_baru);
    $selisih    = abs($stampungP1 - $stampungP2);

    if ($selisih <= 0.000000001) {
        $nilai[0] = round($stampungP1 * 100, 2);
        $nilai[1] = round($stampungP2 * 100, 2);
        $codes[0] = $pKey[0];
        $codes[1] = $pKey[1];
    } else {
        $nilai[0] = round($stampungP1 * 100, 2);
        $codes[0] = $pKey[0];
    }
} else {
    $stampungP1 = array_shift($densitas_baru);
    $nilai[0]   = round($stampungP1 * 100, 2);
    $codes[0]   = $pKey[0];
}

$dP      = $this->diagnosa_model->
final_codes($codes);

if ($nilai[0] == 0) {
    $data = array();
    $data['dataGejala'] = $this->diagnosa_model->
getDataGejala($selected);
    $data['content'] = $this->load->
view('hasilx', $data, true);
    $this->load->view('index', $data);
} else {
    $hasil_akhir = $this->diagnosa_model->
final_codes($codes);
    $getNamaGejala = array();
    $no = 0;

    foreach ($this->diagnosa_model->
getNamaGejala($selected) as $key) {
        $getNamaGejala[$no] = $key->nama_gejala;
        $no++;
    }

    $data = array();
    $data['dataGejala'] = $dataGejala;
    $data['hasil_akhir'] = $hasil_akhir;
}

```



```

        penyakit");
        return $query->result_array();
    }

    public function getMassFunction($selected)
    {
        $query = $this->db->query
        ("SELECT GROUP_CONCAT(b.id_penyakit) AS '0',
        AVG(a.bobot) AS '1'
        FROM relasi a
        JOIN penyakit b ON a.id_penyakit=b.id_penyakit
        WHERE a.id_gejala IN ('" . implode("'",'"', $selected)."' )
        GROUP BY a.id_gejala");
        return $query->result_array();
    }

    public function final_codes($final_codes)
    {
        $query = $this->db->query
        ("SELECT GROUP_CONCAT(nama_penyakit) AS '0',
        GROUP_CONCAT(id_penyakit) AS 'id_penyakit',
        deskripsi_penyakit, solusi_penyakit, gambar_penyakit
        FROM penyakit
        WHERE id_penyakit IN ('" . implode("'",'"', $final_codes)."' )");
        return $query->result_array();
    }
}

```