

USULAN TUGAS AKHIR

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



Oleh:

**KURNIA MULIA KHOIRUNNISAK
F1D016048**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM
2020**

USULAN TUGAS AKHIR

SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN JAGUNG DENGAN METODE DEMPSTER SHAFER

Telah diperiksa dan disetujui oleh Tim Pembimbing:

1. Pembimbing Utama



Prof. Dr.Eng. I Gede Pasek Suta Wijaya, ST., MT.
NIP. 19731130 200003 1 001

Tanggal: 2020

2. Pembimbing Pendamping



Arik Aranta, S.Kom., M.Kom.
NIP: 19940220 201903 1 004

Tanggal: 2020

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Prof. Dr.Eng. I Gede Pasek Suta Wijaya, ST., MT.
NIP: 19731130 200003 1 001

USULAN TUGAS AKHIR

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

Oleh:

**Kurnia Mulia Khoirunnisak
F1D 016 048**

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I



**Gibran Satya Nugraha, S.Kom., M.Eng.
NIP: 19920323 201903 1 012**

Tanggal: 2020

2. Penguji II



**Fitri Bimantoro, S.T., M.Kom.
NIP. 19860622 201504 1 002**

Tanggal: 2020

3. Penguji III



Ramadita Dwiyanaputra, ST., M.Eng.

Tanggal: 2020

Mataram, 2020

Ketua Program Studi Teknik Informatika

Fakultas Teknik

Universitas Mataram



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

NIP: 19731130 200003 1 001

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
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	26

3.5 Proses Perhitungan	27
3.6 Perancangan Diagram.....	30
3.6.1 Perancangan <i>Use Case Diagram</i>	30
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 Login 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”	39
3.8.3 Pengujian Akurasi Sistem	40
3.8.4 Pengujian MOS (<i>Mean Opinion Score</i>)	40
3.9 Jadwal Kegiatan.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43

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.....	32
Gambar 3.8 Rancangan antarmuka menu konsultasi penyakit.....	33
Gambar 3.9 Rancangan antarmuka hasil diagnosa penyakit	33
Gambar 3.10 Rancangan antarmuka menu info penyakit	34
Gambar 3.11 Rancangan antarmuka penyakit yang dipilih	34
Gambar 3.12 Rancangan antarmuka menu login	35
Gambar 3.13 Rancangan antarmuka beranda admin.....	35
Gambar 3.14 Rancangan antarmuka menu data penyakit	36
Gambar 3.15 Rancangan antarmuka halaman tambah penyakit	36
Gambar 3.16 Rancangan antarmuka halaman edit penyakit	37

Gambar 3.17 Rancangan antarmuka untuk hapus penyakit	37
Gambar 3.18 Rancangan antarmuka menu data gejala	38
Gambar 3.19 Rancangan antarmuka menu data relasi	38

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>	27
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 3.7 Jadwal kegiatan	42

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 serealia (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 ha[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 sesuai *rule* sebesar 100% dan 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 atau konsultasi, 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.

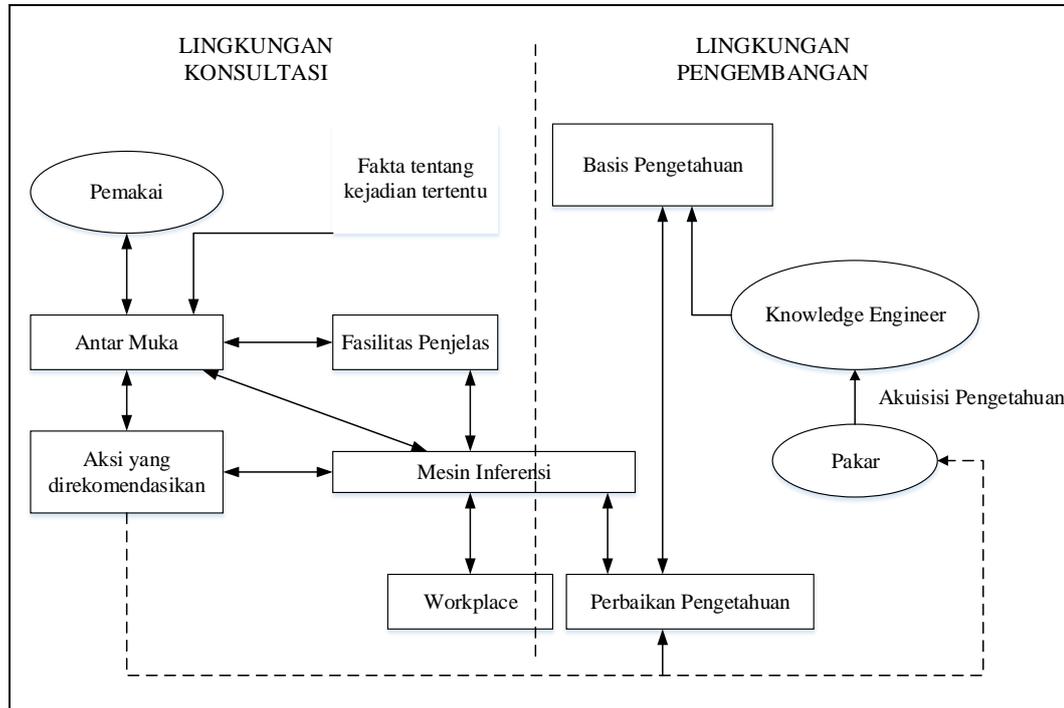
2.2 Teori Penunjang

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

masuk, dan selanjutnya mencoba menggambarkan kesimpulan. Pelacakan ke depan 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].

$$Bel(X) = \sum_{Y \subseteq X} m1(X) \quad (2-1)$$

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

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

$Pls(X)$ = *Plausibility (X)*, artinya nilai ketidakpercayaan atau ketidakpastian penyakit yang mengalami gejala 1

$m1(X)$ = *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:

$\theta_1, \dots, \theta_N$ = elemen atau unsur bagian dari *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:

$m_3(Z)$ = *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 $m_2(Y)$.

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

$m_2(Y)$ = *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[20C:

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 coklat kemerahan (G26)	(P2) Penyakit Karat	0.867
	(P3) Penyakit Bercak Daun	0.867
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 cokelat kemerahan

Dilakukan observasi pada daun terdapat bercak bulat/oval berwarna cokelat 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 $m5$ dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Aturan kombinasi m5 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 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 I. 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 Pelepah

Busuk pelepah merupakan penyakit yang disebabkan oleh jamur *Rhizoctonia zeae*. Gejala awal dari penyakit ini tampak pada permukaan pelepah 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 pelepah 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*.

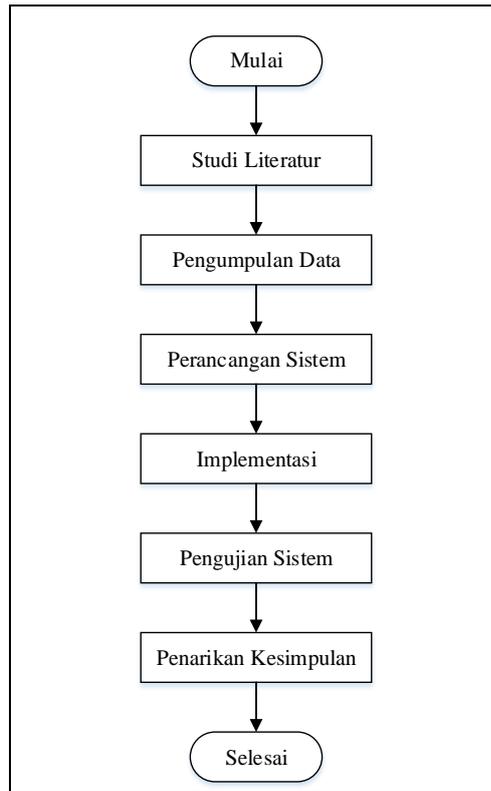
3.1.2 Bahan

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. dan Ir. ING Mandra, M.Si. dari Bagian Tanaman Pangan Balai Perlindungan Tanaman Pertanian (BPTP) Provinsi NTB.

3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem pada penelitian ini terdiri dari perancangan arsitektur 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.

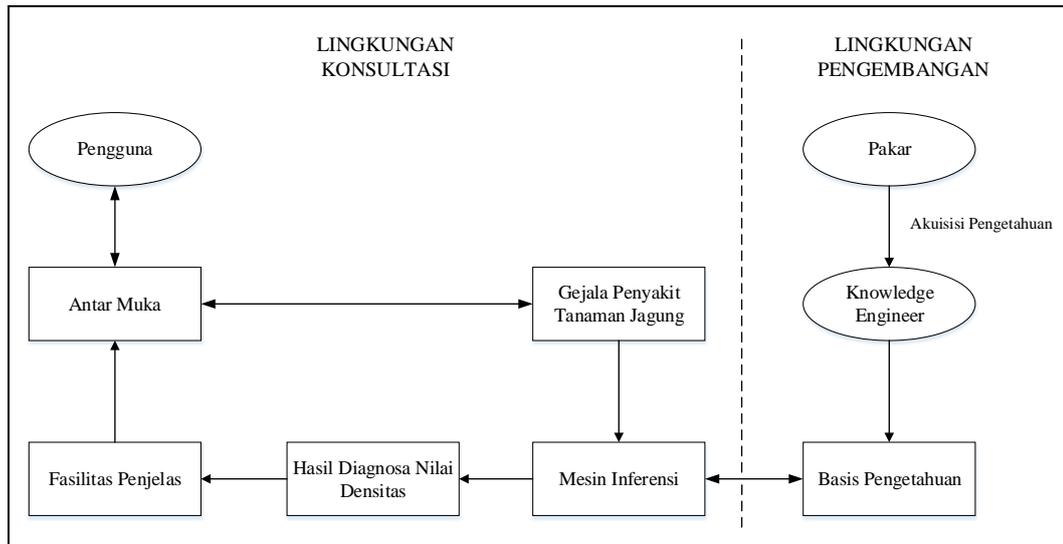
6. Penarikan Kesimpulan

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.

6. *Knowledge Engineer*

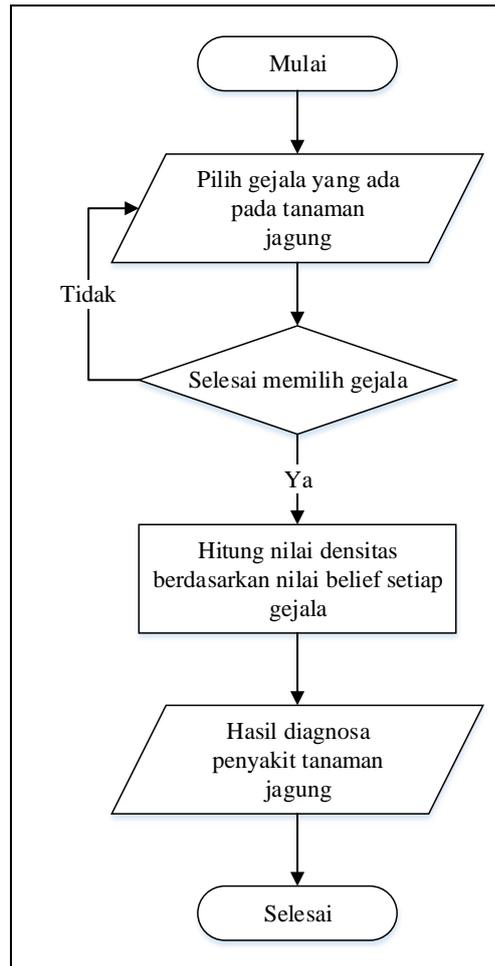
Knowledge engineer merupakan penerjemah informasi yang didapatkan dari pakar untuk dijadikan dasar dalam pembentukan basis pengetahuan.

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

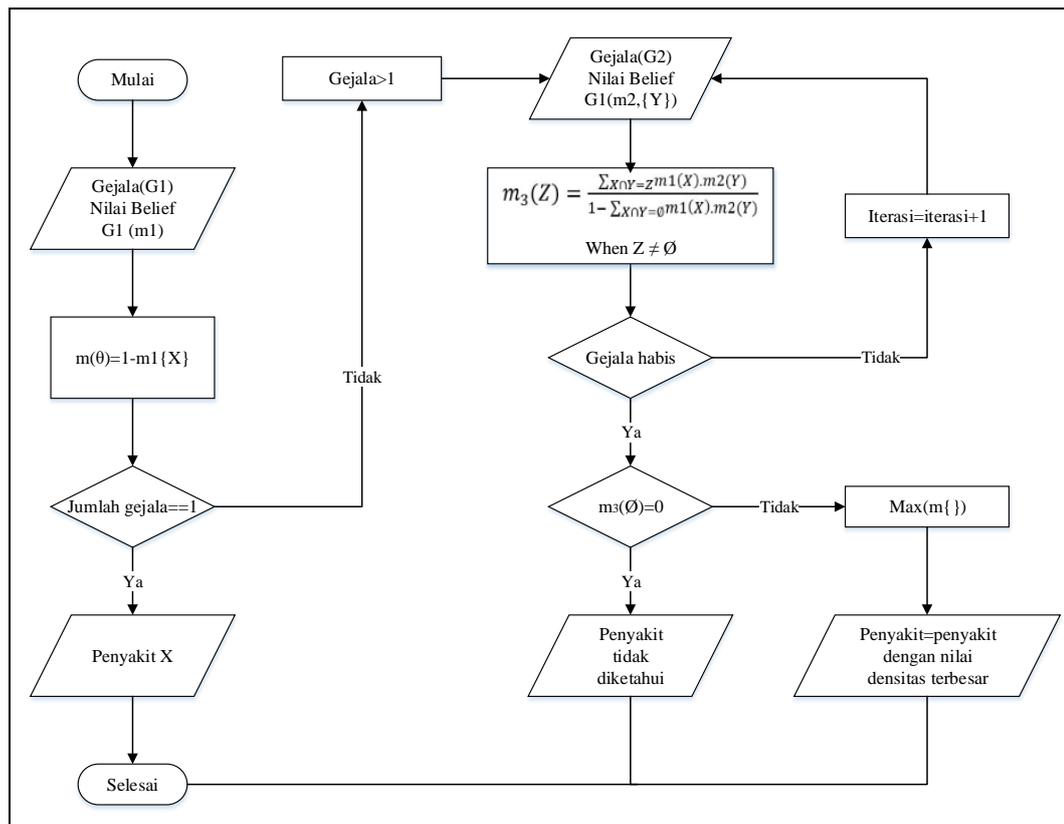
Perhitungan nilai kepastian atau densitas untuk diagnosa penyakit tanaman jagung dengan metode *Dempster-Shafer* memerlukan nilai *belief* dari setiap gejala yang ada. Nilai *belief* ini didapatkan dari pengalaman pakar saat mendiagnosa penyakit

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).

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

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*[20].

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 (G02)	(P01) Penyakit Bulai	0.95
	(P08) Penyakit Mosaik Jagung	0.95
Daun berwarna mosaik atau hijau (G04)	(P08) Penyakit Mosaik Jagung	0.783

Tanaman terlihat kerdil (G27)	(P01) Penyakit Bulai	0.95
	(P08) Penyakit Mosaik Jagung	0.95

- a. Gejala G02 : 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 $m\{P01, P08\}=0.95$ untuk mendapatkan nilai densitas pada m_1 maka dilakukan perhitungan :

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

$$m_1(\theta) = 1 - 0.95 = 0.05$$

- b. Gejala G04 : Daun berwarna mosaik atau hijau

Dilakukan observasi daun berwarna mosaik atau hijau sebagai gejala dari penyakit dengan nilai $m\{P08\}=0.783$, maka :

$$m_2 = 0.783$$

$$m_2(\theta) = 1 - 0.783 = 0.217$$

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	
	$m_2\{P08\}=0.783$	$m_2\{\theta\}=0.217$
$m_1\{P01, P08\} = 0.95$	$\{P08\} = 0.783 \times 0.95 = 0.744$	$\{P01, P08\} = 0.217 \times 0.95 = 0.206$
$m_1\{\theta\} = 0.05$	$\{P08\} = 0.783 \times 0.05 = 0.039$	$\Theta = 0.217 \times 0.05 = 0.011$

Sehingga:

$$m_3\{P08\} = \frac{0.744+0.039}{1-0} = 0.783$$

$$m_3\{P01, P08\} = \frac{0.206}{1-0} = 0.206$$

$$m_3(\theta) = \frac{0.011}{1-0} = 0.011$$

- c. Gejala G27 : Tanaman terlihat kerdil

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

$$m_4\{P01, P08\} = 0.95$$

$$m_4(\theta) = 1 - 0.95 = 0.05$$

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	
	m4{P01, P08}=0.95	m4{ θ }=0.05
m3{P08}=0.783	{P08}=0.95x0.783=0.744	{P08}=0.05 x 0.783=0.039
m3{P01, P08}=0.206	{P01, P08}=0.95x0.206=0.196	{P01, P08}=0.05 x 0.206=0.010
m3{ θ }=0.011	{P01, P08}=0.95x 0.011=0.010	Θ =0.05 x 0.011=0.001

Sehingga:

$$m_5\{P08\} = \frac{0.744+0.039}{1-0} = 0.783$$

$$m_5\{P01, P08\} = \frac{0.196+0.010+0.010}{1-0} = 0.216$$

$$m_5(\theta) = \frac{0.001}{1-0} = 0.001$$

Dari perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer*, nilai densitas yang paling tinggi adalah 0.783 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 78.3%.

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	(P02) Penyakit Karat Daun	0.833
	(P06) Penyakit Busuk Batang	0.95
Bercak kecil berbentuk oval pada daun	(P02) Penyakit Karat Daun	1
	(P04) Penyakit Hawar Daun	1

a. Gejala G01 : Daun layu dan kering

Dilakukan observasi daun layu dan kering sebagai gejala dari penyakit dengan nilai $m\{P02\}=0.833$ dan $m\{P06\}=0.95$, maka:

$$m_1 = \frac{0.833+0.95}{2} = 0.892$$

$$m_1(\theta) = 1 - 0.892 = 0.108$$

b. Gejala G05 : Bercak kecil berbentuk oval pada daun

Dilakukan observasi terdapat Bercak kecil berbentuk oval pada daun sebagai gejala dari penyakit dengan nilai $m\{P02, P04\}=1$, maka :

$$m_2 = \frac{1+1}{2} = 1$$

$$m_2(\theta) = 1 - 1 = 0$$

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	
	$m_2\{P02, P04\} = 1$	$m_2\{\theta\} = 0$
$m_1\{P02, P06\} = 0.892$	$\{P02\} = 1 \times 0.892 = 0.892$	$\{P02, P06\} = 0 \times 0.892 = 0$
$m_1\{\theta\} = 0.108$	$\{P02, P04\} = 1 \times 0.108 = 0.108$	$\Theta = 0 \times 0.108 = 0$

Sehingga:

$$m_3\{P02\} = \frac{0.892}{1-0} = 0.892$$

$$m_3\{P02, P04\} = \frac{0.108}{1-0} = 0.108$$

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

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

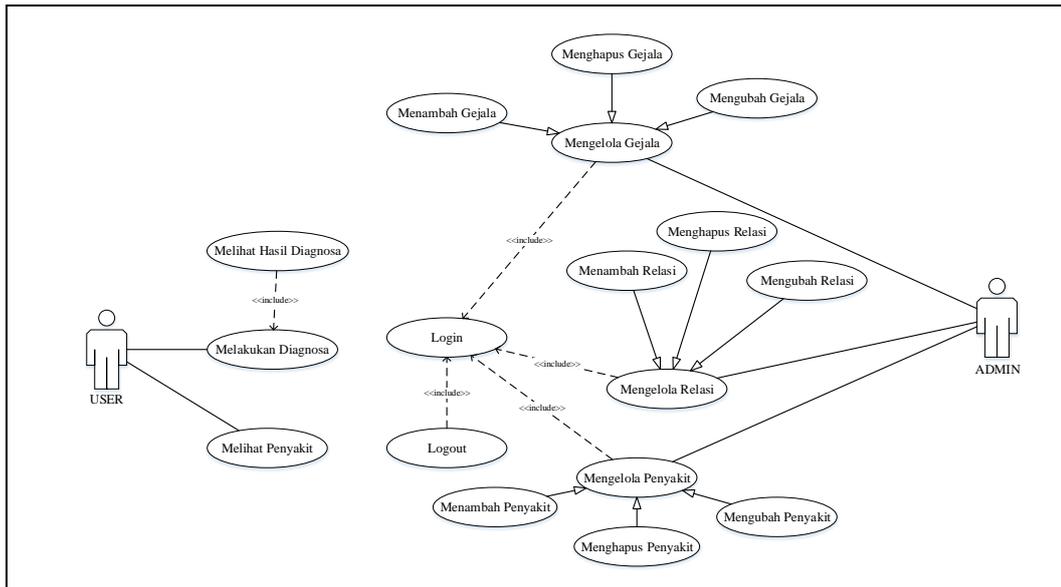
Dari perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer*, nilai densitas yang paling tinggi adalah 0.892 sehingga dapat disimpulkan penyakit yang menyerang tanaman jagung kemungkinan adalah P02 yang merupakan kode penyakit Karat Daun sebesar 89.2%.

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.

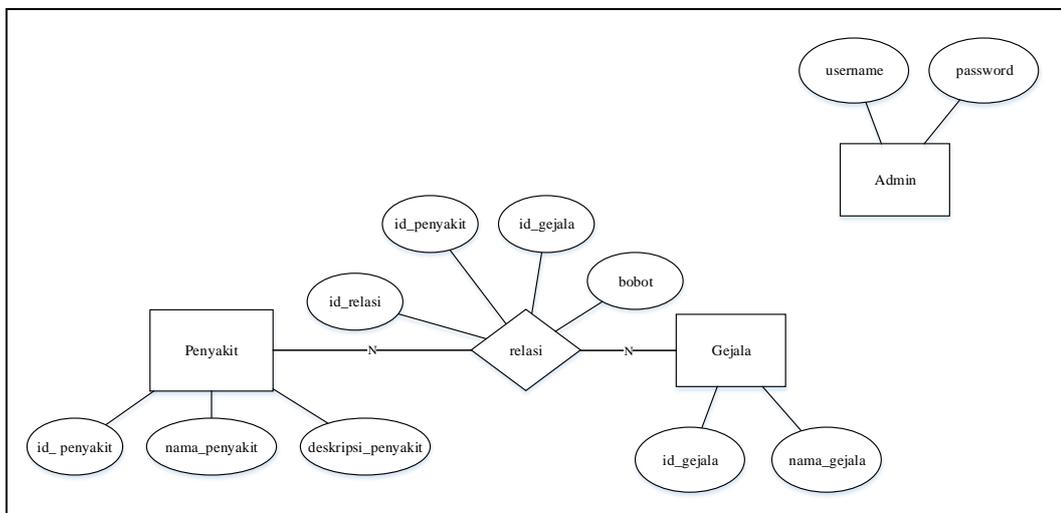


Gambar 3.5 Use case diagram sistem pakar diagnosa penyakit tanaman jagung.

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

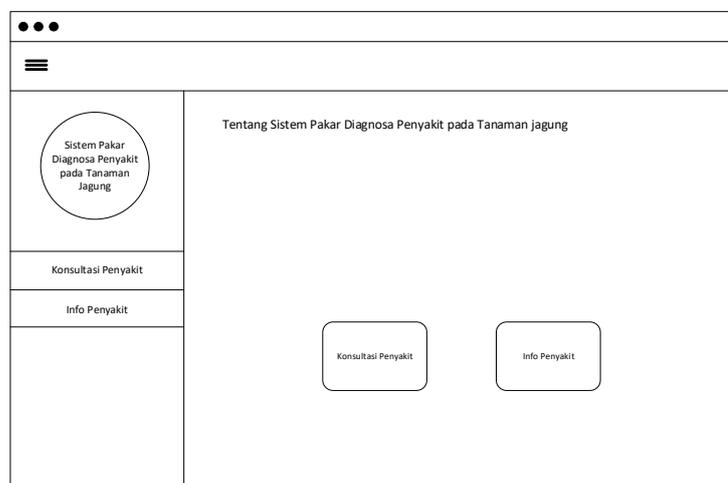
relasi dengan entitas “Penyakit”, dimana banyak gejala berhubungan dengan banyak penyakit sehingga menciptakan entitas baru dengan nama “Relasi”. Entitas “Relasi” menampung *id_relasi* sebagai *primary key*, *id_penyakit* dan *id_gejala* sebagai *foreign key* dan bobot yang menyimpan nilai *belief* dari suatu gejala yang berelasi dengan suatu penyakit. Entitas “Penyakit” menampung *id_penyakit* sebagai *primary key*, nama penyakit, dan deskripsi 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 konsultasi 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 konsultasi penyakit dan info penyakit. Rancangan antarmuka beranda dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Rancangan antarmuka beranda.

3.7.2 Antarmuka Menu Konsultasi Penyakit

Antarmuka menu konsultasi 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.

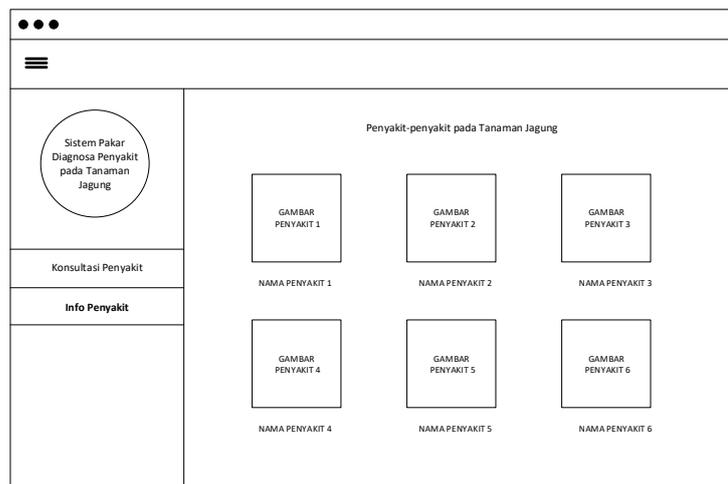
Gambar 3.8 Rancangan antarmuka menu konsultasi penyakit.

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.

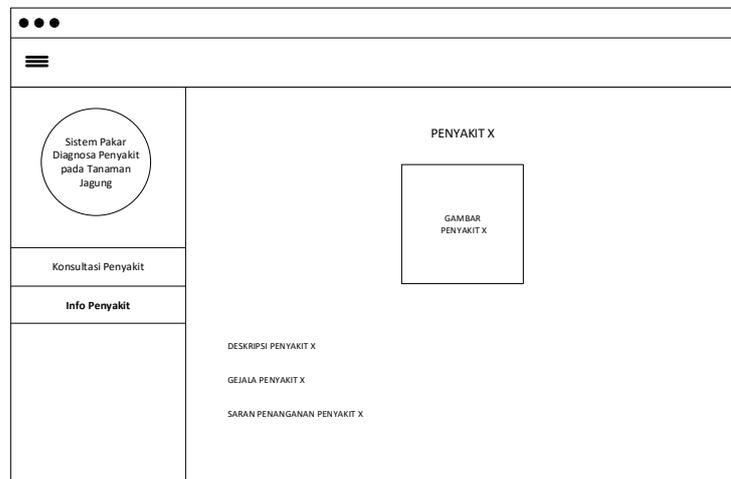
3.7.3 Antarmuka Menu Info Penyakit

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.

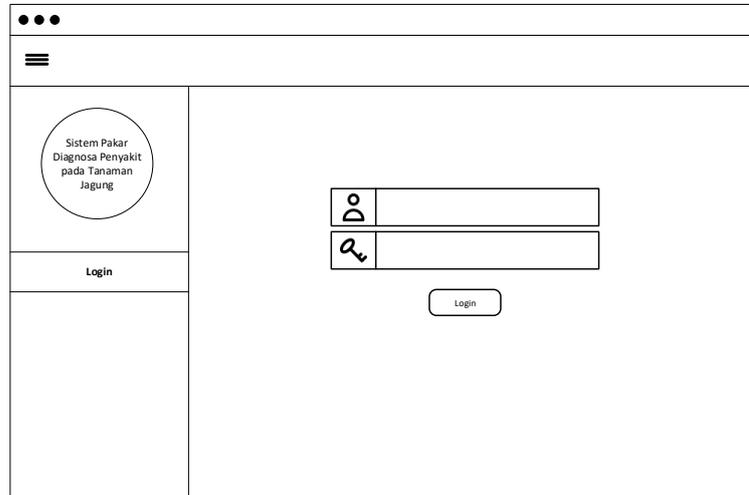
Antarmuka info penyakit yang dipilih menampilkan data penyakit yang tersimpan dalam *database* pada sistem. Pada menu ini, akan ditampilkan informasi detail dari penyakit yang telah dipilih, seperti, nama, gambar, deskripsi, gejala, dan saran penanganan dari penyakit tersebut. Rancangan antarmuka info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



Gambar 3.11 Rancangan antarmuka penyakit yang dipilih.

3.7.4 Antarmuka Menu Login Admin

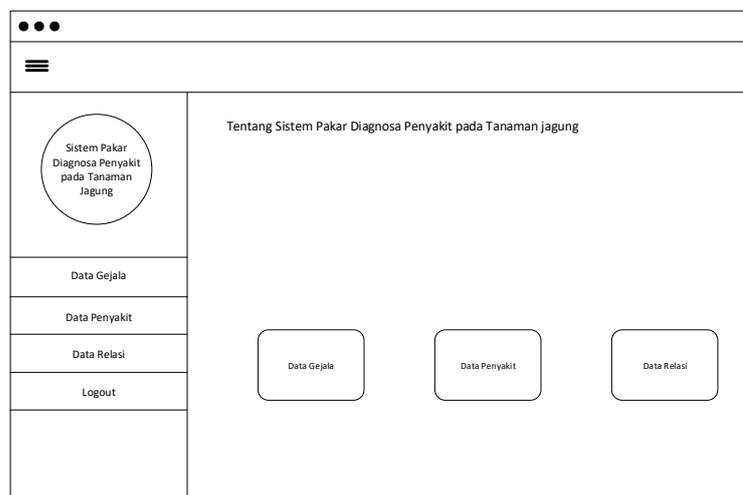
Antarmuka menu login digunakan admin untuk melakukan *login* ke sistem. Login dapat dilakukan dengan memasukkan *username* dan *password* yang berlaku ke dalam kolom yang tersedia. Rancangan antarmuka menu *login* dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Rancangan antarmuka menu *login*.

3.7.5 Antarmuka Beranda Admin

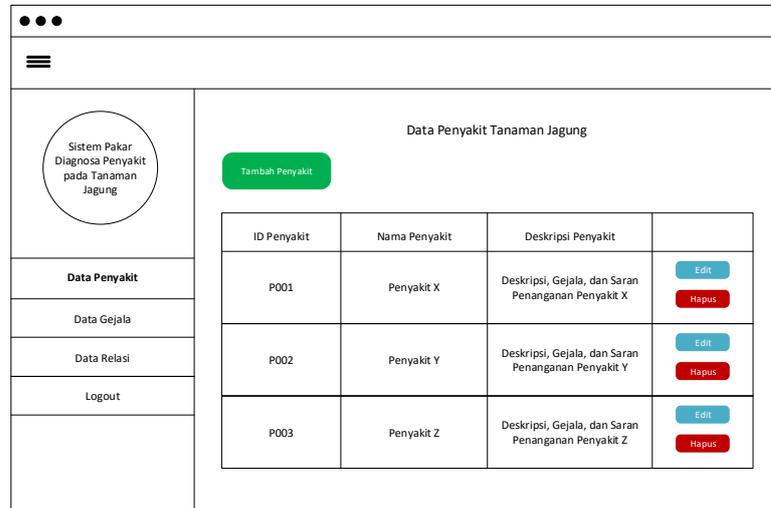
Antarmuka beranda merupakan tampilan admin melakukan login. Pada antarmuka beranda akan ditampilkan tata cara penggunaan sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung. Selain itu, pada antarmuka ini juga akan ditampilkan menu yang tersedia pada sistem seperti menu data penyakit, data gejala, dan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



Gambar 3.13 Rancangan antarmuka beranda admin.

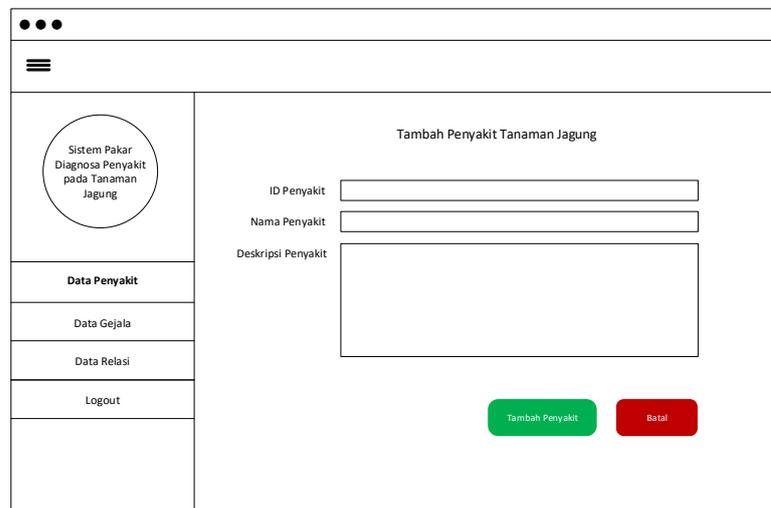
3.7.6 Antarmuka Menu Data Penyakit

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.

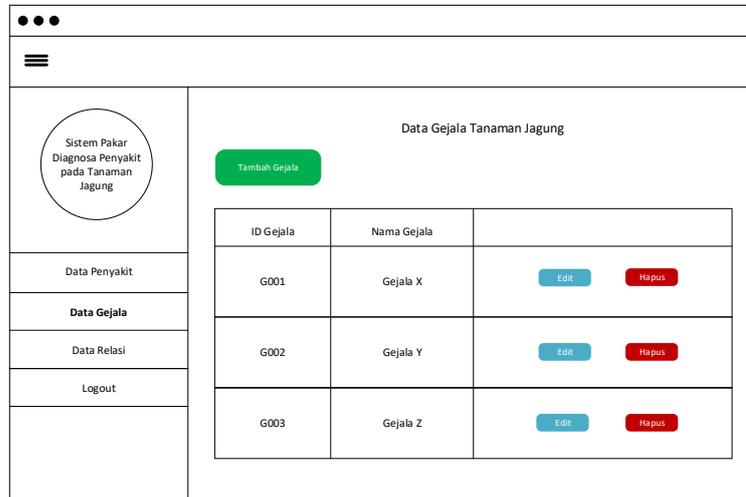
Apabila admin memilih hapus penyakit pada menu data penyakit, maka akan ditampilkan *pop-up* pada halaman ini untuk meyakinkan admin apakah data penyakit akan dihapus atau tidak. Rancangan antarmuka hapus penyakit dapat dilihat pada Gambar 3.17.

ID Penyakit	Nama Penyakit	Deskripsi Penyakit	
P001		an Saran yakit X	Edit Hapus
P002		an Saran yakit Y	Edit Hapus
P003	Penyakit Z	Deskripsi, Gejala, dan Saran Penanganan Penyakit Z	Edit Hapus

Gambar 3.17 Rancangan antarmuka untuk hapus penyakit.

3.7.7 Antarmuka Menu Data Gejala

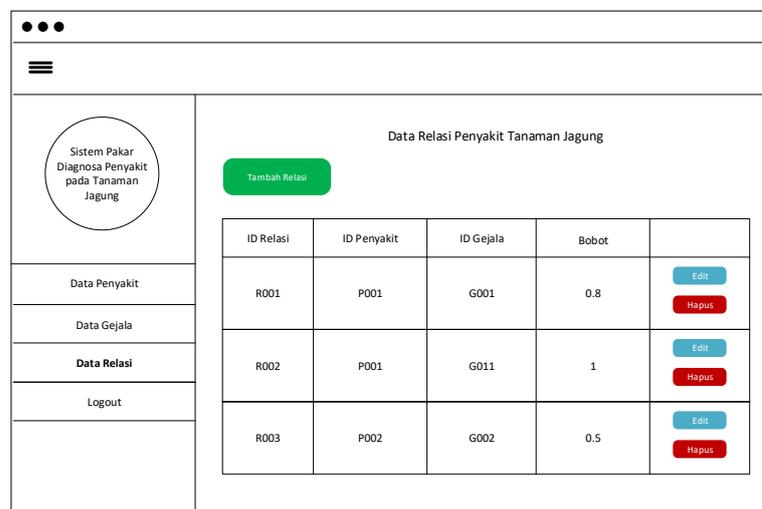
Antarmuka menu data gejala menampilkan seluruh gejala yang tersimpan dalam *database* pada sistem. Pada menu ini, akan ditampilkan ID dan nama dari gejala yang tersedia. Selain itu, pada menu ini, admin juga dapat melakukan tambah, edit, dan hapus gejala. Rancangan antarmuka menu data gejala dapat dilihat 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 yang akan dilakukan di Laboratorium Sistem Cerdas 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 persentase 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. 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 30 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 10 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 10 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:

$MOS = \text{total skor rata-rata seluruh atribut pertanyaan}$

$k = \text{jumlah atribut pertanyaan}$

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

3.9 Jadwal Kegiatan

Sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan metode *Dempster-Shafer* dibangun selama 6 bulan dengan jadwal kegiatan seperti pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Jadwal kegiatan

No.	Kegiatan	Waktu (Bulan)						Keterangan
		I	II	III	IV	V	VI	
1.	Analisa	■						
2.	Perancangan		■	■				
3.	Pengkodean			■	■	■		
4.	Pengujian				■	■		
5.	Implementasi					■	■	
6.	Dokumentasi	■	■	■	■	■	■	

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,” *J. 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),” *Progr. Stud. Tek. Inform. Jur. Teknol. Informasi, Politek. 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,” *Pros. Semin. Ilm. ILMU Komput.*, 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] R. Kaur, S. Din, and P. PPS, “Expert System to Detect and Diagnose the Leaf Diseases of Cereals,” *Int. J. Curr. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 4, pp. 1480–1483, 2013.
- [10] P. M. Prihatini, “Metode Ketidakpastian dan Kesamaran dalam Sistem Pakar,” *LONTAR Komput.*, 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,” *J. Inform. 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,” *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, 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,” *Int. J. Artif. Intelegence Res.*, 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,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, 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,” *Pros. 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,” *J. Ilm. 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. Intell. Syst. Appl.*, 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,” *J. Coding Sist. Komput. 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,” *Pros. Semin. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 128–135, 2017.
- [24] A. Maselena and M. M. Hasan, “Avian Influenza (H5N1) Expert System using Dempster-Shafer Theory,” *Int. Conf. Informatics Dev.*, 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.