

USULAN TUGAS AKHIR

**SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN CABAI
DENGAN METODE FORWARD CHAINING DAN
DEMPSTERSHAFER**



Oleh:

Mega Laely

FID 016 054

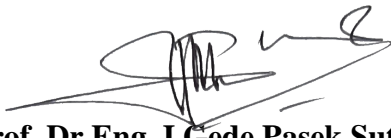
**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM
2020**

USULAN TUGAS AKHIR

SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN CABAI DENGAN METODE FORWARD CHAINING DAN 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: 17-04- 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 DIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN CABAI DENGAN
METODE FORWARD CHAINING DAN DEMPSTER SHAFER

Oleh:

Mega Laely
F1D 016 054

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I



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

Tanggal: 17 – 04 - 2020

2. Penguji II



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

Tanggal: 16 – 04 - 2020

3. Penguji III

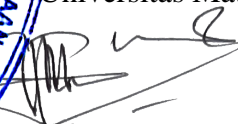


Dr. Eng. Budi Irmawati, S.Kom., M.T.
NIP: 19721019 199903 2 001

Tanggal: 17 April. 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 SAMPUL	
DAFTAR ISI.....	i
ABSTRAK	iii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Teori Penunjang	7
2.2.1 Tanaman Cabai	7
2.2.2 Penyakit Tanaman Cabai	8
2.2.3 Sistem Pakar	10
2.2.4 <i>Forward Chaining</i>	12
2.2.5 <i>Dempster Shafer</i>	12
2.2.6 PHP	16
2.2.7 MySQL	17
2.2.8 <i>CodeIgniter</i>	17
2.2.8 <i>Bootsrap</i>	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Alat dan Bahan	19
3.2 Proses Penelitian	19
3.2.1 Studi Literatur	20
3.2.2 Pengumpulan Data.....	20
3.2.3 Perancangan Sistem	20
3.2.4 Implementasi.....	21
3.2.5 Pengujian Sistem	21

3.2.6 Penarikan Kesimpulan	21
3.3 Arsitektur Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Cabai	21
3.4 Nilai Kepercayaan (<i>Belief</i>) Suatu Gejala terhadap Suatu Penyakit.....	25
3.5 Perancangan Sistem.....	25
3.5.1 Perancangan <i>Use Case Diagram</i>	25
3.5.2 <i>Entity Relationship</i> Diagram (ERD).....	26
3.5.3 Rancangan Desain Antar Muka (<i>interface</i>) Sistem	27
3.6 Teknik Pengujian sistem	28
3.6.1 Pengujian Black Box	28
3.6.2 Pengujian dengan “perhitungan Teoritis”	28
3.6.3 Pengujian Akurasi.....	36
3.6.4 Pengujian <i>Mean Opinion Score</i> (MOS).....	36
3.7 Jadwal Kegiatan	37
DAFTAR PUSTAKA	38

ABSTRAK

Tanaman cabai (*Capsicum annum*) merupakan salah satu komoditi hortikultura yang buahnya mempunyai nilai gizi cukup tinggi terutama kandungan vitamin A dan C. Salah satunya masalah pada tanaman adalah serangan penyakit tanaman cabai yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas hasil produksi. Penelitian ini bertujuan untuk membangun Sistem pakar yang dapat mendiagnosis tanaman cabai yang terserang penyakit. Penelitian ini menggunakan 7 data penyakit dan 32 data gejala. Metode yang digunakan untuk mendapatkan hasil dari penelitian ini adalah metode *Forward Chaining* dan metode *Dempster Shafer*.
Kata Kunci – Sistem Pakar, Penyakit tanaman Cabai, *Forward Chaining*, *Dempster Shafer*, WEB

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman cabai (*Capsicum annum*) merupakan salah satu komoditi hortikultura yang buahnya mempunyai nilai gizi cukup tinggi terutama kandungan vitamin A dan C [1]. Penggunaan cabai yang cukup luas baik dalam bentuk segar maupun olahan menyebabkan komoditi ini memiliki nilai ekonomi tinggi [1]. Harga jual yang tinggi merupakan salah satu alasan yang mendorong petani membudidayakan tanaman cabai sebagai sumber pendapatan utama dalam upaya meningkatkan taraf hidup [1].

Jenis cabai yang digunakan pada penelitian ini adalah cabai rawit. Menurut laporan Badan Pusat Statistika (BPS) tahun 2018, produktivitas cabai rawit di Indonesia dari tahun 2013-2018 selalu mengalami kenaikan, dengan hasil produksi pada tahun 2013 mencapai 721 ribu ton dengan luas panen 125.1 ribu Ha sedangkan pada tahun 2018 mencapai 1,34 juta ton dengan luas panen 172.8 ribu Ha[2]. Nusa Tenggara Barat (NTB) adalah provinsi dengan hasil produksi cabai rawit terbesar kedua di Indonesia[2]. Menurut laporan BPS (NTB) tahun 2018 hasil produksi cabai rawit pada tahun 2018 mencapai 211 ribu ton dengan luas panen 8.2 ribu Ha dan meningkat sebesar 34.16 persen dibandingkan produksi tahun 2017 yang hanya mencapai 152 ribu ton dengan luas panen 8.0 Ha [3].

Luas panen cabai rawit menurut data terakhir 2018 menjadi yang terluas dibandingkan komoditi hortikultura lainnya dengan rata-rata nasional produksi mencapai 7,7 ton/hektar [2]. Angka produksi tersebut masih di bawah potensi hasilnya yang berkisar antara 12-20 ton/hektar [4]. Berbagai Kendala teknik maupun sosial ekonomi sangat mempengaruhi perkembangan produksi cabai [1]. Salah satunya adalah serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) baik berupa hama, penyakit maupun gulma yang menjadi faktor pembatas yang penting karena dapat menurunkan kualitas dan kuantitas hasil produksi [1].

Gangguan penyakit yang dapat menyerang sejak tanaman di persemaian sampai hasil panen. Penyakit pada cabai erat kaitannya dengan patogen yang

menyebabkan tanaman menderita [4]. Kurangnya pemahaman dalam menanggulangi penyakit cabai sering menjadi salah satu penyebab petani tidak dapat melakukan panen secara optimal dan keterbatasan jumlah penyuluh membuat penyuluhan tidak bisa dilakukan setiap hari sehingga para petani kesulitan untuk berkonsultasi mengenai masalah apa yang sedang terjadi pada tanaman cabai [5].

Sistem pakar adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para pakar. Tujuan mengembangkan sistem pakar sebenarnya bukan untuk menggantikan peran manusia, tetapi untuk mengalihkan pengetahuan manusia ke dalam bentuk sistem, sehingga dapat digunakan oleh orang banyak dan tidak terbatas oleh waktu [6]. Sampai saat ini sudah ada beberapa hasil perkembangan sistem pakar dalam berbagai bidang sesuai dengan kepakaran seseorang. Perkembangan aplikasi sistem pakar untuk diagnosis penyakit pada tanaman cabai merupakan salah satu pengaplikasian sistem yang terkomputerisasi dalam bidang pertanian. Dengan menggunakan sistem pakar para petani dapat melakukan diagnosis awal dengan memperhatikan gejala atau ciri-ciri yang ada pada tanaman cabai yang tidak sehat

Sistem pakar pada penelitian ini menggunakan metode *Forward Chaining*, *Forward Chaining* adalah strategi pencarian yang memulai proses pencarian dari sekumpulan data atau fakta, dari data-data tersebut dicari suatu kesimpulan yang menjadi solusi dari permasalahan yang dihadapi [7]. Dan metode *Dempster Shafer*, *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 orang awam dalam melakukan pekerjaan seorang pakar [8]. Dalam penelitian sistem pakar untuk mendiagnosis gangguan kepribadian menghasilkan tingkat akurasi untuk metode *Dempster Shafer* lebih tinggi yaitu sebesar 90% sedangkan *Certainty Factor* sebesar 85% [9].

Berdasarkan uraian di atas, maka akan dibangun sebuah sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit tanaman cabai berdasarkan gejala-gejala yang dialami tanaman cabai menggunakan metode *Forward Chaining* dan *Dempster Shafer*.

Sistem pakar yang akan dibangun berbasis web agar pengguna dapat mengakses sistem dimana saja dan kapan saja menggunakan *handpone* atau *Personal Compter* (PC) tanpa perlu meng-*install* aplikasi dan pakar dapat mengelola basis pengetahuan jika dikeperluan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah usulan tugas akhir ini sebagai berikut.

1. Bagaimana membangun sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit tanaman cabai dengan menerapkan metode *Forward Chaining* dan *Dempster Shafer* berdasarkan nilai *belief* dari 3 orang pakar?
2. Bagaimana mengukur performa metode *Forward Chaining* dan *Dempster Shafer* dalam sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Sistem pakar yang dibangun berbasis WEB.
2. *Output* pada sistem pakar yang akan dibuat adalah penyakit dari tanaman cabai, nilai densitas dan solusi penanganan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Membuat sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit tanaman cabai dengan menerapkan metode *Forward Chaining* dan *Dempster Shafer*.
2. Mengetahui performa metode *Forward Chaining* dan *Dempster Shafer* dalam sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Penulis bisa mengembangkan atau meningkatkann potensi diri dalam menyelesaikan masalah, terutama di dalam cabang kecerdasan buatan yaitu sistem pakar.
2. Dengan adanya sistem pakar ini dapat membantu petani cabai mengetahui penyakit yang dialami tanaman cabai.
3. Dengan adanya sistem pakar ini memudahkan penyuluh pertanian dalam melakukan penyuluhan terkait dengan penyakit tanaman cabai.

1.6 Sistematika Penelitian

Laporan tugas akhir ini ditulis dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang penulis mengambil tema atau judul tugas akhir terkait dengan penyakit pada tanaman cabai. Selanjutnya menguraikan masalah apa saja yang ada pada tugas akhir ini serta menguraikan batasan-batasan masalah yang akan digunakan dalam tugas akhir ini agar tidak keluar dari jalur. Menyebutkan apa saja tujuan dari tugas akhir ini yang harus dicapai atau diselesaikan. Dan memberikan jabaran manfaat yang dapat diperoleh baik dari sisi penulis atau pengguna dari pengerjaan tugas akhir ini.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang landasan teori yang mendukung program yang dilihat dari beberapa contoh penelitian sebelumnya yang terkait. Terutama teori mengenai masalah sistem pakar dan perhitungan *Forward Chaining* dan *Dempste Shafer*. BAB ini juga menjelaskan atau menguraikan dasar-dasar teori terkait dengan sistem pakar, metode yang digunakan, dan objek yang diteliti.

BAB III: METODE PERANCANGAN

Pada bab ini berisi tentang alat, bahan dan jalannya perancangan dengan metode yang telah ditentukan serta perhitungan untuk hasil yang diharapkan.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat tentang analisis dan pembahasan hasil penelitian yang telah dilakukan. Seperti tampilan *database* dan implementasi sistem. Serta hasil dari pengujian-pengujian yang telah dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai dan saran yang dapat dijadikan acuan untuk mengembangkan sistem agar lebih baik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Salah satu kendala rendahnya produksi cabai adalah gangguan penyakit yang menyerang sejak tanaman di persemaian sampai hasil panen [4]. Penyakit pada cabai erat kaitannya dengan patogen. Kata patogen berarti sesuatu yang menyebabkan tanaman menderita [4]. Patogen atau penyebab tersebut tidak selalu berupa makhluk hidup (*animate pathogen*), tetapi juga sesuatu yang tidak hidup (*inanimate pathogen*) seperti virus, hara, air atau penyebab lainnya [4]. Maka sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai adalah solusi bagi petani untuk dapat melakukan diagnosis terhadap penyakit yang tanaman cabai.

Penelitian sistem pakar terdahulu tentang diagnosis penyakit tanaman cabai telah banyak dilakukan dengan beberapa metode, yaitu penelitian menggunakan metode *certainty factor* untuk mendiagnosis penyakit tanaman cabai, terdapat 6 data penyakit dan 22 data gejala dengan tingkat akurasi sebesar 76%, pada penelitian ini perlu ditambahkan data penyakit dan gejala [11]. Penelitian menggunakan metode *Naive Bayes* untuk mendiagnosis penyakit cabai terdapat 15 data hama dan penyakit tanaman cabau serta 41 data dengan tingkat akurasi sebesar 90.47% [12]. Penelitian menggunakan metode Bayes untuk mendiagnosis hama dan penyakit tanaman cabai, pada penelitian ini terdapat 11 data hama dan penyakit, serta 34 data gejala dengan tingkat kepercayaan dari hasil pengujian adalah 0.32, sedangkan jumlah pakarnya adalah hanya satu pakar [13].

Penelitian terdahulu tentang sistem pakar menggunakan metode *Forward Chaining* atau *Forward Chaining* dan *Dempster Shafer* yaitu, penelitian menggunakan metode *Forward Chaining* dalam mendiagnosis penyakit Telinga Hidung Tenggorokan (THT), data yang digunakan sebanyak 10 penyakit telinga, 9 penyakit hidung dan 9 penyakit tenggorokan serta 57 data gejala dengan tingkat akurasi sebesar 100% [7]. Penelitian menggunakan metode *Forward Chaining* dalam mendiagnosis dini penyakit tuberkulosis, data yang digunakan sebanyak 3 penyakit tuberkulosis dan 26 gejala dengan tingkat akurasi sebesar 93,333% [14]. Penelitian menggunakan *Forward Chaining* dan *Dempster Shafer* dalam

mendiagnosis penyakit kelamin pada pria, data yang digunakan sebanyak 5 data penyakit kelamin pada pria dan 18 data gejala, dengan tingkat akurasi sebesar 94,2% [15]. Penelitian menggunakan *Forward Chaining* dan *Dempster Shafer* dalam mendiagnosis penyakit ikan koi, tingkat akurasi dengan 20 kasus uji menggunakan densitas gejala yang berasal dari pakar yaitu sebesar 95% [16].

Penelitian terdahulu tentang sistem pakar menggunakan metode *Dempster Shafer* yang telah berhasil mendiagnosis beberapa objek penelitian dengan tingkat akurasi yang tinggi. Penelitian untuk mendiagnosis penyakit tanaman padi, terdapat 7 jenis data penyakit dan 22 data gejala dengan tingkat akurasi sebesar 90% [17]. Penelitian tentang diagnosis penyakit tanaman kedelai, terdapat 5 jenis data penyakit dengan 16 data gejala dengan tingkat akurasi sistem sebesar 92% [18]. Penelitian tentang diagnosis penyakit tanaman karet, terdapat 8 data penyakit dan 27 data gejala, tingkat akurasi sebesar 100% [19]. Penelitian tentang diagnosis penyakit tanaman semangka, terdapat 9 data penyakit dan 35 data gejala dengan tingkat akurasi sebesar 86% [20]. Penelitian tentang diagnosis penyakit pada kucing terdiri dari 9 penyakit kucing dan 25 gejala dengan tingkat akurasi sebesar 94,59% [21].

Penelitian terdahulu tentang analisa perbandingan metode *Dempster Shafer* dengan beberapa metode lainnya. Penelitian tentang analisa perbandingan metode *Certainty Factor* dengan metode *Dempster Shafer* dalam mendiagnosis penyakit kelinci, menghasilkan tingkat akurasi untuk metode *Certainty Factor* lebih rendah yaitu sebesar 80% sedangkan metode *Dempster Shafer* sebesar 85% [22]. Penelitian tentang analisa perbandingan metode *Bayesaian Network* dengan *Dempster Shafer* dalam mendiagnosis penyakit sapi, menghasilkan tingkat akurasi metode *Bayesaian Network* lebih rendah yaitu sebesar sebesar 75,3% sedangkan *Dempster Shafer* sebesar 87,2% [23]. Penelitian tentang analisa perbandingan *Dempster Shafer* dengan *Certainty Factor* dalam mendiagnosis gangguan kepribadian, menghasilkan tingkat akurasi untuk metode *Dempster Shafer* lebih tinggi yaitu sebesar 90% sedangkan *Certainty Factor* sebesar 85% [9].

Berdasarkan uraian tinjauan pustaka di atas, maka akan dibangun sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai dengan menerapkan metode *Forward Chaining* dalam proses penalaran untuk mendapatkan kesimpulan berdasarkan

gejala-gejala yang dimasukkan dan metode *Dempster Shafer* untuk mendapatkan nilai kesimpulan perhitungan berdasarkan nilai bobot pada masing-masing gejala.

2.2 Teori Penunjang

Berikut beberapa teori penunjang yang digunakan untuk melandasi pemecahan masalah pada Tugas akhir yang berjudul Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Cabai Dengan Metode *Forward Chaining* dan *Dempster Shafer* adalah tanaman cabai, penyakit tanaman cabai, sistem pakar, *Forward Chaining*, *Dempster Shafer*, basis data, PHP, CodeIgniter, dan Bootstrap.

2.2.1 Tanaman Cabai

Tanaman Cabai (*Capsicum annum*) merupakan salah satu komoditi tanaman hortikultura yang buahnya mempunyai nilai gizi cukup tinggi terutama kandungan vitamin A dan C [1]. Selain itu minyak esteris yang disebut capscicin yang rasanya pedas justru diminati untuk menambah selera makan [1]. Penggunaan cabai yang cukup luas baik dalam bentuk segar maupun olahan menyebabkan komoditi ini mempunyai nilai ekonomi tinggi [1]. Permintaan akan cabai baik untuk konsumsi dalam negeri dan luar negeri cukup tinggi berpeluang sebagai komoditi ekspor sehingga mempunyai pangsa pasar yang baik di dalam maupun luar negeri [1]. Harga jual yang tinggi merupakan salah satu alasan yang mendorong petani dan pengusaha untuk membudidayakan tanaman cabai sebagai sumber pendapatan utama dalam upaya meningkatkan taraf hidup [1].

Jenis cabai yang digunakan pada penelitian ini adalah cabai rawit, produksi cabai rawit di Indonesia menempati posisi kedua sebagai komoditas dengan produksi terbesar di NTB [2]. Produksinya di tahun 2018 mencapai hampir 211 ribu ton dan meningkat sebesar 34,16 persen dibandingkan produksi tahun sebelumnya yang hanya mencapai 157 ribu ton [2]. Gambar 2.3 merupakan gambar cabai rawit



Gambar 2.1 Tanaman Cabai Rawit

2.2.2 Penyakit Tanaman Cabai

Penyakit pada cabai erat kaitannya dengan patogen. Kata patogen berarti sesuatu yang menyebabkan tanaman menderita. Oleh karena itu patogen atau penyebab tersebut tidak selalu berupa makhluk hidup (*animate pathogen*), tetapi juga sesuatu yang tidak hidup (*inanimate pathogen*) seperti virus, hara, air atau penyebab lainnya [24]. Patogen penyebab penyakit dibagi dalam tiga kelompok sebagai berikut :

1. Patogen yang hidup : patogen ini adalah makhluk hidup, dapat berpindah, menular dan berkembang biak. Patogen yang hidup menyebabkan penyakit pada tanaman didukung oleh kondisi dan jenis tanaman yang cocok, sehingga hanya patogen tertentu yang dapat menginfeksi dan berkembang pada tanaman tertentu. Bakteri, cendawan dan nematoda termasuk pada kelompok patogen yang hidup.
2. Patogen virus : kelompok virus terletak antara patogen yang hidup dan patogen yang mati. Di luar jaringan tanaman virus adalah hanya benda protein yang mati, tetapi begitu masuk ke dalam jaringan tanaman menjadi aktif, memperbanyak diri dan dapat menular. Perpindahan patogen virus ke tanaman lain harus ada *agens* pembawa.
3. Patogen yang mati : penyakit-penyakit fisiologi yang disebabkan oleh kelebihan hara, sinar, kelembaban, pupuk atau kondisi lingkungan lainnya termasuk ke dalam kelompok ini. Patogen dari kelompok ini tidak bisa menyebar atau berpindah pada tanaman lain.

Berikut ini nama-nama penyakit pada tanaman cabai yang akan digunakan dalam penelitian sistem pakar diagnose penyakit cabai.

Tabel 2.1 merupakan data penyakit cabai yang akan digunakan dalam sistem pakar yang akan dibangun. Data penyakit tersebut berasal dari pakar utama selain data penyakit pakar utama juga memberikan gejala dari setiap penyakit yang berjumlah 32 data gejala, data dapat di lihat pada Lampiran 1. Data penyakit tersebut merupakan beberapa jenis penyakit yang ditanggulangi dalam beberapa tahun terakhir oleh pakar utama, baik skala sering, kadang atau bahkan jarang

terjadi. Berikut 7 jenis penyakit cabai yang akan didiagnosis oleh sistem pakar penyakit tanaman cabai.

Tabel 2.1 Penyakit pada tanaman cabai

No.	Nama umum penyakit	Patogen penyebab penyakit
1	Busuk buah antraknos	Cendawan <i>Colletotrichum Capsici</i>
2	Bercak daun serkospora	Cendawan <i>Cercospora</i> sp.
3	Layu fusarium	Cendawan <i>Fusarium oxysporum</i>
4	Busuk daun fitoftora	Cendawan <i>Phytophthora</i> sp.
5	Embun tepung	Cendawan <i>Oidiopsis capsici</i>
6	Layu bakteri	Bakteri <i>Ralstonia solanacearum</i>
7	Virus kuning gemini	Virus gemini

2.2.2.1 Busuk Buah Antraknosa

Colletotrichum Capsici mempunyai banyak aservulus, tersebar di bawah kutikula atau pada permukaan, berwarna hitam dengan banyak seta. Seta berwarna coklat tua, bersekat, halus dan meruncing ke atas. Konidium berwarna hialin, berbentuk tabung (silindris), ujung-ujungnya tumpul atau bengkok seperti sabit. Konidium dapat disebabkan oleh angin. Cendawan pada buah masuk ke dalam ruang biji dan menginfeksi biji, sehingga dapat menginfeksi persemaian yang tumbuh dari benih yang sakit. Cendawan yang menyerang daun dan batang tidak dapat menginfeksi buah. Cendawan dapat bertahan dalam sisa-sisa tanaman sakit. Pada musim kemarau pada lahan yang berdrainase baik perkembangan penyakit kurang. Perkembangan penyakit sangat baik pada suhu 30 °C. Perkembangan lebih cepat pada buah yang lebih tua, sedangkan pada buah muda lebih cepat gugur karena infeksi [1].



Gambar 2.2 Terserang Busuk Buah antraknosa

2.2.2.2 Bercak Daun Serkospora

Konidium cendawan ini berbentuk gada panjang bersekat 3-12. Konidiofor pendek, bersekat 1-3, cendawan dapat terbawa oleh benih dan bertahan pada sisa-sisa tanaman sakit selama satu musim. Cuaca yang panas dan basah membantu perkembangan penyakit. Penyakit dapat timbul pada tanaman muda di persemaian, meskipun cenderung lebih banyak pada tanaman tua. Pada musim kemarau dan pada lahan yang mempunyai drainase yang baik, penyakit ini kurang berkembang [1].



Gambar 2.3 Terserang Bercak Daun Serkospors

2.2.2.3 Layu Fusarium

Cendawan ini mempunyai 3 alat reproduksi yaitu mikrokonidia (terdiri dari 1 sel), makrokonidia (2-6 septa) dan klamidospora (merupakan pembengkakan pada hifa). Stadium terakhir merupakan stadium yang tahan pada segala cuaca dan cendawan ini merupakan patogen tular tanah. Penyebaran dapat terjadi oleh angin berupa tanah terinfeksi dan dapat juga terbawa melalui pengairan. Layu total dapat terjadi antara 2-3 minggu setelah terinfeksi. Penyakit ini jarang terjadi pada tanah yang kering atau sistem perairan yang cukup baik [1].



Gambar 2.4 Terserang Penyakit Layu Fusarium

2.2.3 Sistem Pakar

Sitem pakar adalah sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta dan teknik penalaran dalam memecahkan masalah yang biasanya hanya dapat dipecahkan oleh seorang pakar dalam bidang tersebut [25].

Sistem pakar dibuat pada wilayah pengetahuan tertentu untuk suatu kepakaran tertentu yang mendekati kemampuan manusia di salah satu bidang. Sistem pakar mencoba mencari solusi yang menuaskan sebagaimana yang dilakukan seorang pakar [25]. Sistem pakar dapat digunakan oleh orang awam yang bukan pakar untuk meningkatkan kemampuan mereka dalam memecahkan masalah dan pakar sebagai asisten yang berpengetahuan [25]. Secara umum struktur sistem pakar terdiri dari 3 komponen utama, yaitu *knowledge base*, *working memory*, dan *inference engine* [26].

2.2.3.1 Knowledge Base (basis pengetahuan)

Basis pengetahuan adalah bagian dari sebuah sistem pakar yang mengandung atau menyimpan pengetahuan (*domain knowledge*) [26]. Basis pengetahuan yang dikandung oleh sebuah sistem pakar berbeda antara satu dengan yang lain tergantung pada bidang sistem kepakaran dari sistem yang dibangun. *Knowledge base* direpresentasikan dalam berbagai macam bentuk, salah satunya adalah dalam bentuk sistem berbasis aturan (*ruled-based system*) [26].

2.2.3.2 Working memory

Working memory mengandung/menyimpan fakta-fakta yang ditemukan selama proses konsultasi dengan sistem pakar [26]. Selama proses konsultasi, *user* memasukkan fakta-fakta yang dibutuhkan. Kemudian sistem akan mencari padanan tentang fakta tersebut dengan informasi yang ada dalam *knowledge base* untuk menghasilkan fakta baru. Sistem akan memasukkan fakta baru ini ke dalam *working memory*. Jadi *working memory* menyimpan informasi tentang fakta-fakta yang dimasukkan oleh *user* ataupun fakta baru hasil kesimpulan dari sistem [26].

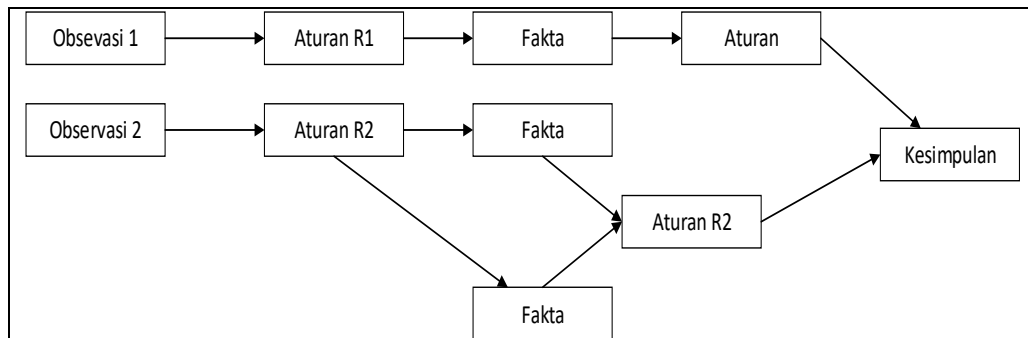
2.2.3.3 Inference Engine (Mesin Inferensi)

Mesin inferensi berfungsi untuk memandu proses penalaran terhadap suatu kondisi, berdasarkan pada basis pengetahuan yang tersedia. Di dalam mesin inferensi terjadi proses untuk memanipulasi dan mengarahkan kaidah, model, dan fakta yang disimpan dalam basis pengetahuan dalam rangka mencapai solusi atau kesimpulan. Strategi pengendalian berfungsi sebagai panduan arah dalam melakukan proses penalaran [27].

2.2.4 Forward Chaining

Forward Chaining adalah strategi pencarian yang memulai proses pencarian dari sekumpulan data atau fakta, dari data-data tersebut dicari suatu kesimpulan yang menjadi solusi dari permasalahan yang dihadapi [7]. Dalam pendekatan ini pelacakan dimulai dari informasi masukan, dan selanjutnya mencoba menggambarkan kesimpulan. Sehingga metode ini juga sering disebut “*data driven*” yang dimulai dari premis-premis atau informasi masukan (*if*) dahulu kemudian menuju konklusi atau kesimpulan (*then*) [28].

Metode *Forward Chaining* adalah metode pencarian atau teknik pelacakan ke depan yang dimulai dengan informasi yang ada dan penggabungan rule untuk menghasilkan suatu kesimpulan atau tujuan [7]. Pelacakan maju ini sangat baik jika bekerja dengan permasalahan yang dimulai dengan rekaman informasi awal dan ingin dicapai penyelesaian akhir, karena seluruh proses akan dikerjakan secara berurutan maju [7]. Berikut adalah diagram *Forward Chaining* secara umum untuk menghasilkan sebuah goal yang dapat dilihat pada Gambar 2.6 [7].



Gambar 2.6 Diagram *Forward Chaining*

2.2.5 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 Shafer* 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 propagasi ketidakpastian di mana teori

ini memiliki beberapa karakteristik yang secara intuitif sesuai cara berpikir seorang pakar, namun dengan dasar matematika yang kuat [29].

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 orang awam dalam melakukan pekerjaan seorang pakar [8].

Dipilihnya metode *Dempster Shafer* pada penelitian ini karena mampu mengatasi masalah yang terjadi dalam proses penentuan kesimpulan yang mengalami perubahan (ketidakpastian), lebih mudah memberi nilai kepercayaan pakar untuk perhitungan nilai bobot dan tingkat akurasi metode *Dempster Shafer* tinggi dari pada metode lainnya [8].

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 $Pls(X) = 0$. Fungsi *Belief* diformulasikan seperti pada persamaan (2-1) dan fungsi *Plausibility* diformulasikan seperti pada persamaan (2-2) [8].

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

$$Pls(X) = 1 - Bel(X)$$

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

Keterangan:

- X : Penyakit yang mengalami gejala 1
- Y : Penyakit yang mengalami gejala 2
- $Bel(X)$: *Belief (X)*, artinya nilai kepercayaan atau kepastian penyakit X yang mengalami gejala 1

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

$m_1(X)$: *Mass function* atau tingkat kepercayaan dari *evidence* (X)

Pada teori *Dempster Shafer* semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis sering disebut *environment*, dinotasikan dengan simbol Θ .

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

Keterangan:

$\theta_1 \dots \theta_n$ = elemen atau unsur bagian dari *environment*

Mass function (m) dalam teori *Dempster Shafer* adalah tingkat kepercayaan dari suatu *evidence*. *Mass function* (m) diformulasikan pada persamaan (2-4) [8].

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

Keterangan:

$m_3(Z)$: *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 [8].

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 [8]:

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

Keterangan :

X = nilai akhir kepercayaan

2.2.5.1 Perhitungan *Dempster Shafer*

Perhitungan manual dengan metode *Dempster Shafer* berfungsi untuk memberikan gambaran umum tentang sistem pakar yang akan dibangun. Proses perhitungan terdiri dari beberapa langkah.

Pada kasus ini diberikan contoh dengan memasukan 2 gejala pada sistem pakar diagnose penyakit pada tanaman cabai. Perhitungan ini dimisalkan pengguna memasukan gejala seperti pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Contoh kasus yang akan diselesaikan dengan metode *Dempster Shafer*

Gejala	Nama Penyakit	Nilai <i>Bilief</i>
Layu pada daun bagian bawah	(P3) Layu Bakteri	0,85
	(P6) Layu Fusarium	0,73
Dalam beberapa hari seluruh daun layu permanen.	(P3) Layu Bakteri	0,90

a. Gejala G1: Layu pada daun bagian bawah

Dilakukan observasi daun layu sebagai gejala dari penyakit cabai dengan nilai $m\{P3\} = 0.85$, $m\{P6\} = 0.73$ untuk mendapatkan densitas pada m_1 maka akan dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$m_1\{P3, P6\} = \frac{0,85 + 0,73}{2} = 0,79$$

$$m_1\{\theta\} = 1 - 0,79 = 0.21$$

b. Gejala G2: Dalam beberapa hari seluruh daun layu permanen.

Dilakukan observasi daun layu sebagai gejala dari penyakit cabai dengan nilai $m\{P3\} = 0.9$ untuk mendapatkan densitas pada m_1 maka akan dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$m_2\{P4\} = 0.90$$

$$m_2\{\theta\} = 1 - 0.90 = 0.1$$

Maka akan dihitung nilai densitas baru untuk m_3 dengan beberapa kombinasi yang memungkinkan, dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.5 Aturan kombinasi m_3 untuk contoh kasus perhitungan *Dempster-Shafer*

m1	m2	
	$m_2\{P3\}=0,90$	$m_2\{\theta\}=0,1$
$m_1\{P3,P6\}=0,79$	$\{P3\}=0,79 * 0,90= 0,711$	$\{P3,P4\}=0,79 * 0,1= 0,079$
$m_1\{\theta\}=0,21$	$\{P3\}=0,21 * 0,90= 0,189$	$\{\theta\}=0,21 * 0,1=0,021$

$$m_3\{P4\} = \frac{0,711 + 0,189}{1 - 0} = 0,9$$

$$m_5\{P3, P6\} = \frac{0,079}{1 - 0} = 0,079$$

$$m_5\{\theta\} = \frac{0,01}{1 - 0} = 0,021$$

Dari perhitungan di atas dengan metode *Dempster Shafer*, nilai densitas yang paling tinggi adalah 0.9 atau 90% sehingga dapat disimpulkan penyakit yang menyerang tanaman cabai kemungkinan adalah terserang P3 atau Penyakit Layu Bakteri.

2.2.6 PHP

PHP adalah bahasa pemrograman web atau *scripting language* yang didesain untuk web. PHP dibuat pertama kali oleh satu orang yaitu Rasmus Lerdorp, yang pada awalnya dibuat untuk menghitung jumlah pada hompagenya. 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 18 disertakan pada dokumen HTML. Pembuat *web* ini merupakan kombinasi antara PHP sebagai bahasa pemrograman dan HTML sebagai pembangun halaman web [30].



Gambar 2.8 *Icon PHP*

2.2.7 MySQL

MySQL adalah suatu perangkat lunak *database* relasi atau RDBMS (*Relational Database Managemnet System*). MySQL terdiri atas *server* SQL, klien program untuk mengakases *server*, *tools* untuk administrasi dan *interface*. Terdapat lima kelebihan MySQL [31].



Gambar 2.9 Icon MySQL

2.2.8 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.

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*” [16].



Gambar 2.10 Icon CodeIgniter

2.2.9 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 [31].

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian tentang sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai dengan metode *Forward Chaining* dan *Dempster Shafer* berbasis *website* sebagai berikut.

Alat yang dibutuhkan pada penelitian ini untuk membangun sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai adalah sebagai berikut.

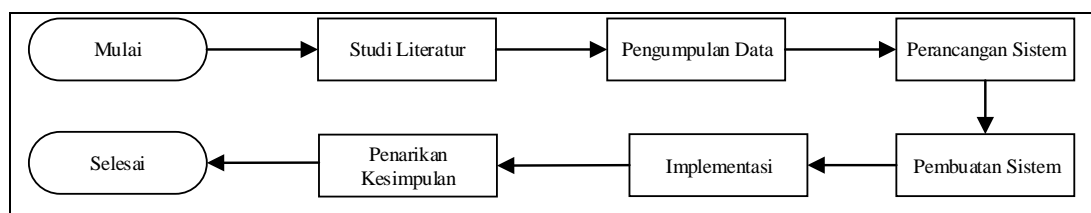
1. Laptop Asus Intel® Dual Core, 1,5 GHz, RAM 4 GB.
2. *Operating Sistem Windows 10 64-bit*.
3. *CodeIgniter* sebagai *framework*.
4. MySQL PHPmyadmi nsebagai *servr database*.
5. Visual Studio Code sebagai *text editor*.

Bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini untuk membangun sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai adalah sebagai berikut.

1. Data penyakit tanaman cabai sebanyak 7 data penyakit.
2. Data gejala penyakit tanaman cabai sebanyak 32 data gejala
3. Data nilai kepercayaan (*belief*) pakar pada suatu gejala penyakit tanaman jagung.
4. Data solusi atau saran penanganan bagi petani ketika tanaman cabai terkena penyakit tertentu.

3.2 Proses Penelitian

Pada sub bab ini akan membahas bagaimana alur dari proses penelitian sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai. Proses penelitian dimulai dari tahap studi literatur sampai dengan tahap penarikan kesimpulan seperti diagram alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2.1 Studi Literatur

Pada proses penelitian ini studi literatur dilakukan guna mendapatkan garis besar yang digunakan sebagai acuan dalam menyelesaikan permasalahan dan sebagai acuan untuk mengembangkan sistem yang akan dibangun. Studi literatur dilakukan dengan cara mempelajari dan menelaah buku-buku, literatur dan jurnal-jurnal penelitian yang berhubungan dengan permasalahan terkait sistem pakar, penyakit cabai, metode *Forwad Chaining* dan *Dempster Shafer*.

3.2.2 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara. Wawancara dilakukan sebelum dan selama proses pembangunan sistem. Sebelum pembangunan sistem wawancara kepada para pakar dilakukan guna untuk mengetahui penyakit apa saja yang banyak menyerang tanaman cabai. Selama proses pengembangan sistem berlangsung, wawancara dilakukan guna melengkapi data seperti bagaimana penanganan selanjutnya yang disarankan pakar untuk dilakukan oleh para petani cabai. Pakar utama sebagai sumber data gejala, penyakit cabai, nilai kepercayaan gejala terhadap suatu penyakit dan saran cara penanganan adalah Bapak Jaswandi, SP. yang merupakan seorang Pengamat Organisme Pengganggu Tanaman (POPT) di UPT Pertanian Kecamatan Labuapi, Kabupaten Lombok Barat. Pakar lain yang membantu memberikan nilai kepercayaan, yaitu Prof. Ir. M. Taufik Fauzi, M.Sc., Ph.D. yang merupakan profesor pada bidang hama dan penyakit tanaman di Fakultas Pertanian Universitas Mataram dan Bapak Awaludin merupakan seorang yang memiliki pengalaman di bidang Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) di UPT Pertanian Kecamatan Labuapi, Kabupaten Lombok Barat sejak 2008.

3.2.3 Perancangan Sistem

Pada bab ini akan membahas proses perancangan sistem yang terdiri dari perancangan arsitektur sistem, perancangan *Use Case Diagram*, perancangan *Entity Relationship Diagram* (ERD), perancangan antar muka (*interface*) sistem serta perancangan pengujian.

3.2.4 Implementasi

Pada penelitian ini pada tahap implementasi dilakukan pembuatan sistem berdasarkan perancangan yang telah dilakukan. Proses implementasi akan dibahas pada bab 4.

3.2.5 Pengujian Sistem

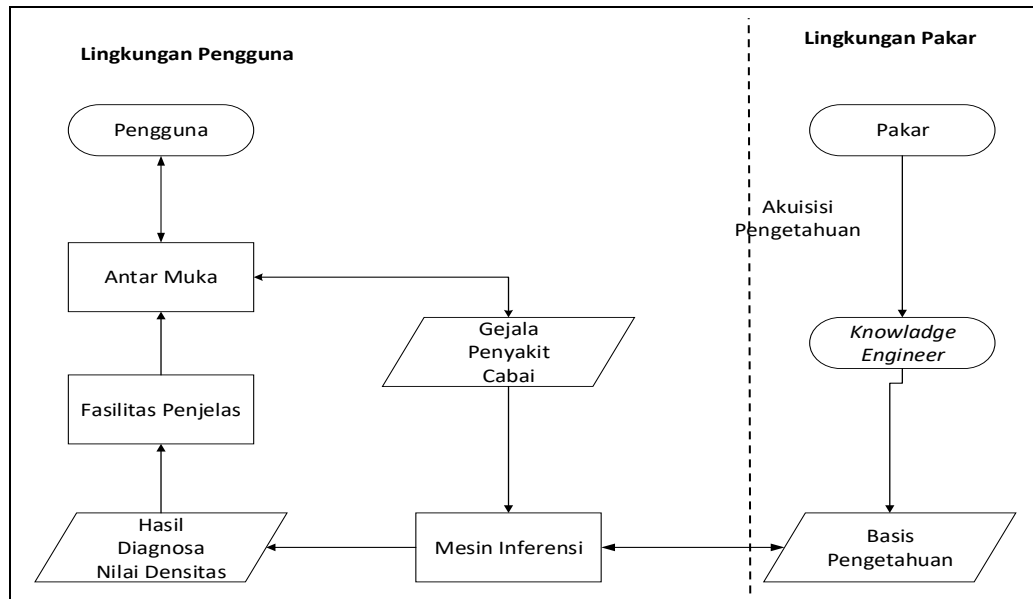
Tahap pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kelayakan sistem yang telah dibangun dan kesesuaian hasil yang diberikan sistem. Pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini terdiri dari beberapa pengujian, yaitu pengujian *black box*, pengujian dan “perhitungan teoritis”, pengujian akurasi dan pengujian *Mean Opinion Score* (MOS). Tahap pengujian akan dijelaskan pada Bab 4.

3.2.6 Penarikan Kesimpulan

Kesimpulan diperoleh ketika pengujian sistem telah selesai dilakukan apakah sistem yang dibuat sesuai dengan tujuan penelitian. Kesimpulan akan dijabarkan pada bab 5.

3.3 Arsitektur Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Cabai

Arsitektur berfungsi untuk memberikan gambaran dan penjelasan mengenai sistem pakar yang akan dibangun. Sistem pakar terdiri dari dua bagian pokok yaitu lingkungan pengguna dan lingkungan pakar. Lingkungan pengguna digunakan oleh pengguna biasa (bukan ahli) untuk melakukan konsultasi. Sedangkan lingkungan pakar digunakan untuk memasukan pengetahuan pakar ke dalam basis pengetahuan. Gambar 3.2 merupakan desain arsitektur dari sistem pakar diagnosa penyakit tanaman cabai.



Gambar 3.2 Desain arsitektur sistem pakar tanaman cabai [8].

1. Pengguna

Pengguna pada sistem ini adalah petani cabai, dimana petani menggunakan sistem ini hanya untuk melakukan diagnosis awal pada tanaman cabai mereka dan mendapatkan informasi mengenai tindakan atau penanganan yang harus dilakukan setelah melakukan diagnosis.

2. Pakar

Pakar merupakan sumber pengetahuan atau data bagi sistem sehingga perannya sangat penting dalam pembangunan sistem. Pakar yang terlibat pada penelitian ini terdiri dari 3 orang pakar yang memiliki pengetahuan dan pengalaman dalam bidang penyakit tanaman cabai.

3. Antar Muka

Antar Muka pada sistem ini merupakan mekanisme komunikasi yang digunakan oleh pengguna dan pakar untuk mengakses informasi. Antar muka yang digunakan pada penelitian ini berupa halaman *website*.

4. Gejala Penyakit Cabai

Sistem pakar pada penelitian ini menggunakan gejala-gejala yang dialami tanaman cabai, kemudian diproses untuk menemukan hasil diagnosis penyakit cabai.

5. Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan merupakan pengumpulan data-data dari pakar ke dalam sistem (program komputer). Pada tahap ini *knowledge engineer* akan menyerap sumber pengetahuan kemudian akan ditransfer ke dalam basis pengetahuan. Sumber pengetahuan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pengetahuan pakar dan sumber literatur.

6. Knowledge Engineer

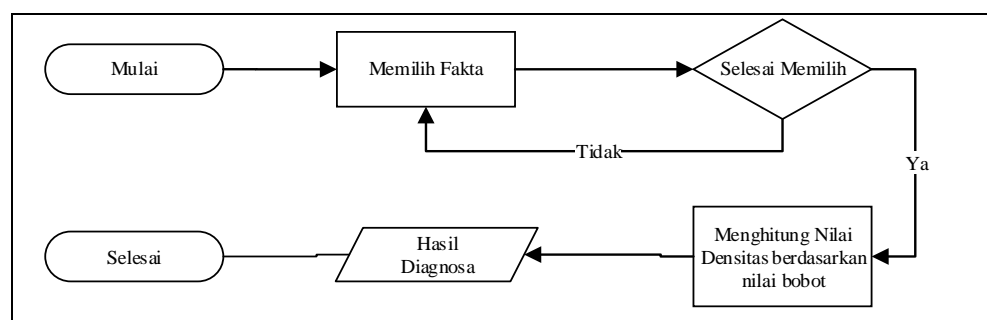
Knowledge engineer berfungsi untuk merepresentasikan pengetahuan pakar ke dalam basis pengetahuan pada sistem yang kemudian akan diolah untuk membuat aturan pada sistem pakar penyakit cabai.

7. Basis pengetahuan

Basis pengetahuan adalah kumpulan pengetahuan pakar yang tersimpan di dalam sistem. Data yang tersimpan di dalam basis pengetahuan digunakan sistem untuk mendapatkan hasil diagnosis penyakit tanaman cabai.

8. Mesin Inferensi

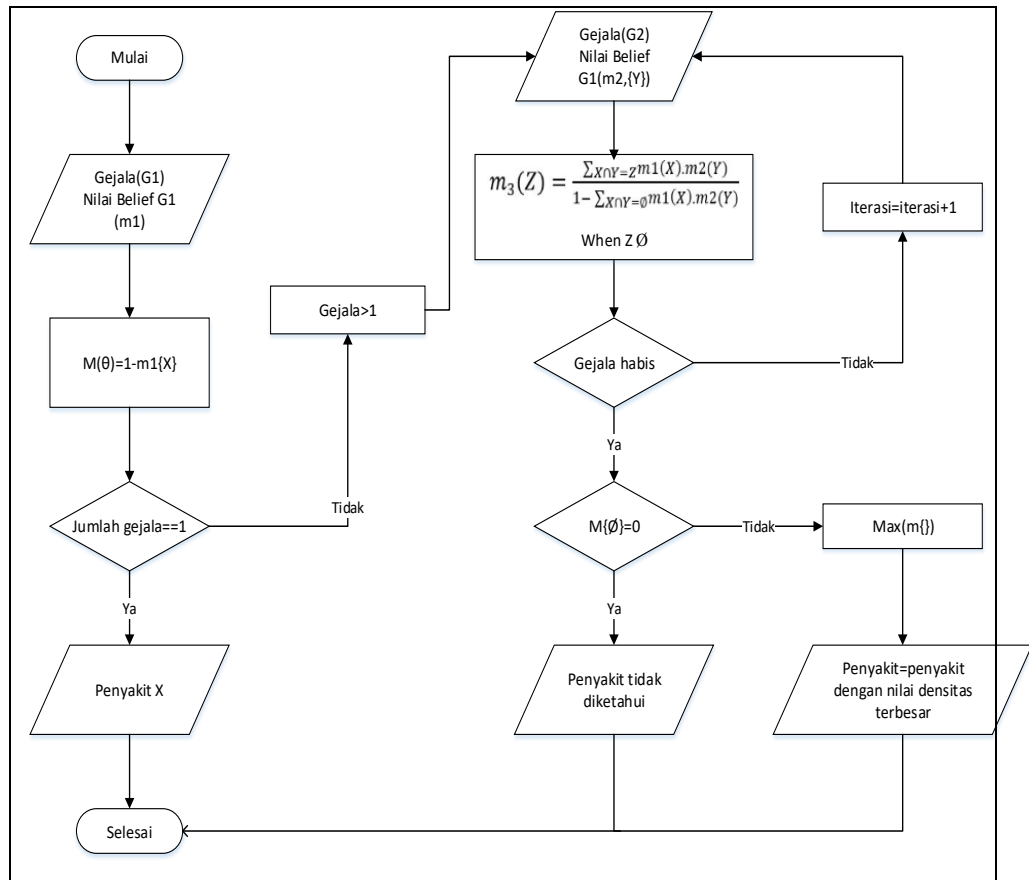
Mesin inferensi berfungsi untuk memandu proses penalaran terhadap suatu kondisi, berdasarkan pada basis pengetahuan. Mesin inferensi yang digunakan untuk mendapatkan hasil diagnosa pada sistem ini adalah *forward chaining*. Dengan metode ini terlebih dahulu akan dimasukan beberapa data gejala untuk mendapatkan kesimpulan. Gambar 3.3 merupakan diagram alir mesin inferensi pada sistem pakar diagnosis penyakit cabai.



Gambar 3.3 Diagram alir mesin inferensi

Setiap gejala yang dimasukan memiliki nilai kepercayaan/bobot yang didapatkan dari 3 pakar, kemudian nilai akhir kepercayaan dihitung berdasarkan rumus (3-1). Kemudian nilai akhir kepercayaan akan dipakai

dalam proses perhitungan *Dempster Shafer*. Gambar 3.4 merupakan diagram alir perhitungan metode *Demster Shafer*.



Gambar 3.4 Diagram alir algoritma perhitungan metode *Dempster Shafer*

9. Hasil Diagnosis

Hasil diagnosis merupakan informasi atau hasil diagnosa berupa kesimpulan yang diberikan berupa berdasarkan data-data yang dimasukkan oleh *user*. Hasil diagnosa yang diberikan oleh sistem ialah nama penyakit cabai, nilai kepercayaan sistem, dan tindakan atau penanganan yang dapat dilakukan oleh *user*.

10. Fasilitas Penjelas

Fasilitas penjelas berfungsi untuk memberikan informasi mengenai hasil diagnosis oleh sistem kepada pengguna. Informasi yang diberikan sistem berupa penyakit yang dialami tanaman cabai, presentase keyakinan dan saran penanganan.

3.4 Nilai Kepercayaan (*Belief*) Suatu Gejala terhadap Suatu Penyakit

Pada penelitian ini nilai *belief* atau bobot dari gejala terhadap suatu penyakit tanaman cabai digunakan untuk menghitung nilai kepastian atau densitas dalam suatu diagnosa yang diperlukan. Nilai *belief* didapatkan dari 3 orang pakar yang memiliki pengalaman dan pengetahuan tentang penyakit tanaman cabai. Dimana nilai *belief* setiap pakar terhadap suatu gejala bisa saja berbeda. Pada metode *Dempster Shafer* nilai *belief* berada pada rentang nilai 0 sampai 1. Semakin tinggi keyakinan seorang pakar terhadap satu gejala maka semakin tinggi nilai *belief* yang diberikan. Persamaan 3-1 merupakan rumus untuk menghitung nilai akhir kepercayaan.

$$(x) = \frac{(\text{nilai } belief \text{ Pakar } 1 + \text{nilai } belief \text{ Pakar } 2 + \text{nilai } belief \text{ Pakar } 3)}{3} \quad (3-1)$$

Keterangan:

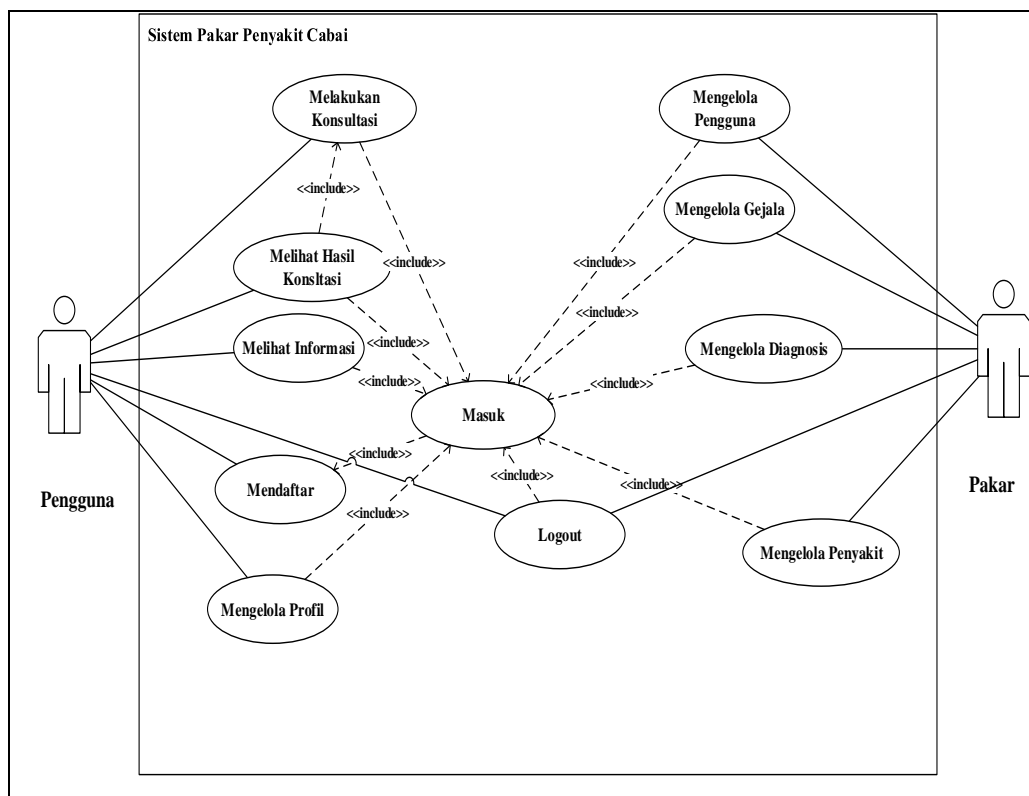
x : Nilai akhir kepercayaan

3.5 Perancangan Sistem

Proses perancangan sistem dilakukan untuk memberikan gambaran yang jelas dan rancang bangun yang lengkap sehingga mempermudah dalam proses implementasi.

3.5.1 Perancangan *Use Case Diagram*

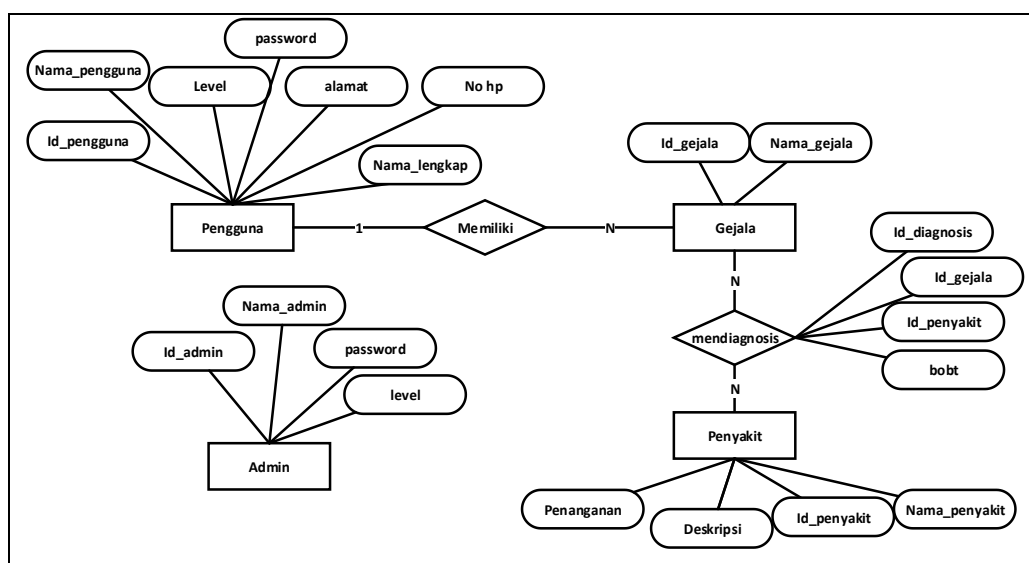
Perancangan *Use Case Diagram* dilakukan untuk memberi gambaran aktivitas yang dapat dilakukan oleh setiap aktor, dalam sistem ini terdapat dua aktor yaitu pengguna biasa dan Admin (Pakar) dan menggambarkan interaksi antara actor dengan sistem. *Use case diagram* dari sistem pakar penyakit tanaman padi seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3.5 Use Case Diagram

3.5.2 Entity Relationship Diagram (ERD)

ERD merupakan suatu model yang menggambarkan hubungan antar data di dalam *database* berdasarkan entitas-entitas yang berelasi. Pada perancangan ERD sistem pakar penyakit tanaman cabai terdapat 5 tabel. ERD dari sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.6 ERD Sistem pakar penyakit tanaman cabai

3.5.3 Rancangan Desain Antar Muka (*interface*) Sistem

Pada tahap desain *interface* sistem akan dibahas rancangan *interface* pada sisi pengguna biasa dan pada sisi pakar. penjelasan pada masing-masing halaman sebagai berikut:

1. Halaman Diagnosis

Gambar 3.7 merupakan desain halaman diagnosis penyakit tanaman cabai, pada halaman ini pengguna memilih gejala-gejala sesuai yang dialami penyakit tanaman cabai lalu mengklik tombol “DIAGNOSIS” untuk melihat hasil diagnosis penyakit cabainya. Halaman ini akan muncul ketika pengguna mengklik tombol “DIAGNOSIS ” pada bagian *sidebar* sistem.



Gambar 3.7 Tampilan halaman diagnosis

2. Halaman Hasil Diagnosis

Gambar 3.8 merupakan desain halaman hasil diagnosis penyakit tanaman cabai, halaman ini akan muncul ketika pengguna memilih gejala lalu mengklik tombol “DIAGNOSIS”. Halaman ini menampilkan hasil diagnosis berupa nama penyakit tanaman cabai, nilai denstas dan cara penanganannya.



Gambar 3.8 Tampilan halaman hasil diagnosis

3. Halaman Informasi

Gambar 3.9 merupakan desain halaman informasi, pada halaman ini terdapat info penyakit-penyakit pada tanaman cabai serta cara penanganannya. Pengguna akan dialihkan pada halaman ini apabila mengklik tombol “INFORMASI” di bagian *sidebar*.

No	Penyakit	Penanganan
1	Busuk Daun	
2	Virus Kuning	
3	Embun Daun	

Gambar 3.9 Tampilan halaman Informasi

3.6 Teknik Pengujian sistem

Pengujian sistem merupakan tahap terpenting dalam pembangunan sistem, pengujian sistem dilakukan untuk menemukan kesalahan-kesalahan pada sistem, mengetahui kelayakan suatu sistem apakah sudah sesuai dengan kebutuhan fungsional atau tidak yang dibangun serta mengetahui tingkat akurasi dari metode yang digunakan dalam pembangunan sistem. Teknik pengujian sistem yang digunakan dalam sistem pakar penyakit cabai adalah sebagai berikut.

3.6.1 Pengujian Black Box

Pengujian *black box* bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun sudah sesuai dengan kebutuhan fungsional atau tidak. Dalam pengujian *black box* hanya mengetahui *input* dan *output* tanpa mengetahui struktur internal atau proses yang berjalan di dalam sistem. Pengujian ini akan dilakukan berdasarkan fungsionalitas dari laman info penyakit, diagnosis, panduan pengguna dan tentang sistem.. Responden pada pengujian ini adalah Mahasiswa Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Mataram dengan jumlah reponden yaitu 5 orang.

3.6.2 Pengujian dengan “Perhitungan Teoritis”

Pengujian perhitungan teoritis merupakan pengujian yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kesesuaian antara hasil perhitungan metode *Dempster Shafer* yang dihasilkan oleh sistem dengan hasil perhitungan manual, hasil dari penelitian ini adalah mengetahui presentase kesesuaian. Pengujian ini akan dilakukan pada 3 kasus. Hasil pengujian ini berupa presentase kesesuaian antara hasil perhitungan sistem dengan hasil perhitungan manual. Berikut merupakan contoh perhitungan metode *Dempster Shafer*.

Pada kasus 1 diberikan contoh dengan memasukan 3 gejala pada sistem pakar diagnosis penyakit pada tanaman cabai. Perhitungan ini dimisalkan pengguna memasukan gejala seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Contoh kasus 1 yang akan diselesaikan dengan metode *Dempster Shafer*

Gejala	Nama Penyakit	Nilai <i>Bilief</i>
Layu pada daun bagian bawah (G10)	(P3) Layu Bakteri	0,85
	(P6) Fusarium	0,73
Buah menjadi busuk (G6)	(P3) Layu Bakteri	0,47
	(P1) Busuk buah antraknosa	0,85
Warna daun tetap hijau, kadang-kadang sedikit kekuningan. (G12)	(P3) Layu Bakteri	0,62

a. Gejala G10: Layu pada daun bagian bawah

Dilakukan observasi layu pada daun bagian bawah sebagai gejala dari penyakit cabai dengan nilai $m\{P3\} = 0,85$ dan $m\{P6\} = 0,73$ untuk mendapatkan densitas pada $m1$ maka akan dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$m1\{P3, P6\} = \frac{0,85 + 0,73}{2} = 0,79$$

$$m1\{\theta\} = 1 - 0,79 = 0,1$$

b. Gejala G6: Buah menjadi busuk

Dilakukan observasi buah menjadi busuk (G6) sebagai gejala dari penyakit cabai dengan nilai $m\{P3\} = 0,5$ dan $m\{P1\} = 0,3$ untuk mendapatkan densitas pada $m1$ maka akan

$$m2\{P3, P1\} = \frac{0,47 + 0,85}{2} = 0,66$$

$$m2\{\theta\} = 1 - 0,66 = 0,34$$

Maka akan dihitung nilai densitas baru untuk $m3$ dengan beberapa kombinasi yang memungkinkan, dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Aturan kombinasi $m3$ untuk contoh kasus 1 perhitungan *Dempster-Shafer*

m1	m2	
	$m\{P3, P1\}=0,66$	$m2\{\theta\}=0,34$
$m1\{P3, P6\}=0,79$	$\{P3\} = 0,79 * 0,66 = 0,5214$	$\{P3, P6\}=0,79 * 0,34 = 0,2686$
$m1\{\theta\}=0,21$	$\{P3, P1\} = 0,21 * 0,66 = 0,1386$	$\{\theta\} = 0,21 * 0,34 = 0,0714$

Maka:

$$m_3\{P_3\} = \frac{0,5214}{1 - 0} = 0,5214$$

$$m_3\{P_3, P_6\} = \frac{0,2686}{1 - 0} = 0,2686$$

$$m_3\{P_3, P_1\} = \frac{0,1386}{1 - 0} = 0,1386$$

$$m_3\{\theta\} = \frac{0,0714}{1 - 0} = 0,0714$$

c. Gejala G12: Warna daun tetap hijau, kadang-kadang sedikit kekuningan.

Dilakukan observasi warna daun tetap hijau, kadang-kadang sedikit kekuningan sebagai gejala dari penyakit cabai dengan nilai $m\{P_3\} = 0,62$ untuk mendapatkan densitas pada m_1 maka akan dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$m_4\{P_3\} = 0,62$$

$$m_4\{P_3\} = 0,62$$

$$m_4\{\theta\} = 1 - 0,62 = 0,38$$

Maka akan dihitung nilai densitas baru untuk m_5 dengan beberapa kombinasi yang memungkinkan, dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Aturan kombinasi m_5 untuk contoh kasus 1 perhitungan *Dempster-Shafer*

m3	m4	
	m4{P3}=0.62	m4{θ}=0,38
m3{P3}=0,5214	{P3}=0,5214 * 0,62 = 0,323268	{P3}=0,5214 * 0,38 = 0,198132
m3{P3,P6}=0,2686	{P3}=0,2686 * 0,62 = 0,166532	{P3,P6}=0,5214 * 0,38=0,198132 *
m3{P3,P1}= 0,1386	{P3} = 0,1386 * 0,62 = 0,085932	{P3,P1}=0,1386 * 0,38=0,052668 *
m3{θ} = 0,0714	{P3}=0,0714 * 0,62= 0,044268	{θ} = 0,0714 * 0,38 = 0,027132

Maka:

$$m_5\{P_3\} = \frac{0,323268 + 0,166532 + 0,085932 + 0,044268 + 0,198132}{1 - 0} = 0,818132$$

$$m_5\{P_3, P_6\} = \frac{0,198132}{1 - 0} = 0,198132$$

$$m_5\{P_3, P_1\} = \frac{0,052668}{1 - 0} = 0,052668$$

$$m5\{\theta\} = \frac{0,027132}{1 - 0} = 0,027132$$

Dari perhitungan di atas dengan metode *Dempster Shafer*, nilai densitas yang paling tinggi adalah $m5 (P3) = 0,818132$ atau 81,8132% sehingga dapat disimpulkan penyakit yang menyerang tanaman cabai kemungkinan adalah terserang penyakit Layu Bakteri (P3).

Pada kasus 2 diberikan contoh dengan memasukan 3 gejala pada sistem pakar diagnose penyakit pada tanaman cabai. Perhitungan ini dimisalkan pengguna memasukan gejala seperti pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Contoh kasus 2 yang akan diselesaikan dengan metode *Dempster Shafer*

Gejala	Nama Penyakit	Belief
Bercak kering (G15)	Bercak daun serkospora (P4)	0,9
Bercak berwarna coklat pada daun (G14)	Bercak daun serkospora (P4)	0,9
	Busuk Daun Fitoptfora (P5)	0,53
Bercak dikelilingi oleh sporangium yang berwarna putih (G20)	Busuk Daun Fitoptfora(P5)	0,58

a. Gejala G15: Bercak kering

Dilakukan observasi Bercak kering sebagai gejala dari penyakit cabai dengan nilai $m\{P4\} = 0,9$ untuk mendapatkan densitas pada $m1$ maka akan dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$m1\{P4\} = 0,9 = 0,9$$

$$m_1\{\theta\} = 1 - 0,9 = 0,1$$

b. Gejala G14: Bercak berwarna coklat pada daun

Dilakukan observasi bercak berwarna coklat pada daun (G6) sebagai gejala dari penyakit cabai dengan nilai $m\{P4\} = 0,9$ dan $m\{P5\} = 0,53$ untuk mendapatkan densitas pada $m1$ maka akan

$$m2\{P4, P5\} = \frac{0,9 + 0,53}{2} = 0,715$$

$$m_2\{\theta\} = 1 - 0,715 = 0,285$$

Maka akan dihitung nilai densitas baru untuk $m3$ dengan beberapa kombinasi yang memungkinkan, dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Aturan kombinasi m3 untuk contoh kasus 2 perhitungan *Dempster-Shafer*

m1	m2	
	m{P4, P5}=0,715	m2{θ}=0,285
m1{P4}=0,9	{P4}= 0,9 * 0,715=0,6435	{P4}=0,9 * 0,285=0,2565
m1{θ}=0,1	{P4, P5}=0,1* 0,715=0,0715	{θ}=0,1 * 0,285=0,0285

Maka:

$$m3\{P4\} = \frac{0,6435 + 0,2565}{1 - 0} = 0,9$$

$$m3\{P4, P5\} = \frac{0,0715}{1 - 0} = 0,0715$$

$$m3\{\theta\} = \frac{0,0285}{1 - 0} = 0,0285$$

- c. Gejala G20: Bercak dikelilingi oleh sporangium yang berwarna putih

Dilakukan observasi bercak dikelilingi oleh sporangium yang berwarna putih sebagai gejala dari penyakit cabai dengan nilai m{P5} = 0,58 untuk mendapatkan densitas pada m4 maka akan dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$m4\{P5\} = 0,58 = 0,58$$

$$m4\{\theta\} = 1 - 0,58 = 0,42$$

Maka akan dihitung nilai densitas baru untuk m5 dengan beberapa kombinasi yang memungkinkan, dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Aturan kombinasi m5 untuk contoh kasus 2 perhitungan *Dempster-Shafer*

m3	m4	
	m{P5}=0,58	m{θ}=0,42
m{P4}=0,9	{θ}= 0,9 * 0,58= 0,522	{P4}=0,9 * 0,42=0,378
m{P4, P5}= 0,0715	{P5}=0,0715* 0,58=0,04147	{P4, P5}= 0,0715 * 0,42 = 0,03003
m{θ} = 0,0285	{P5}=0,0285* 0,58=0,01653	{θ}= 0,0285* 0,42 = 0,01197

Maka:

$$m5\{P4\} = \frac{0,378}{1 - 0,522} = 0,7907949$$

$$m5\{P5\} = \frac{0,04147 + 0,01653}{1 - 0,522} = 0,1213389$$

$$m5\{P4, P5\} = \frac{0,03003}{1 - 0,522} = 0,0628242677$$

$$m5\{\theta\} = \frac{0,01197}{1 - 0,522} = 0,025041841$$

Dari perhitungan di atas dengan metode *Dempster Shafer*, nilai densitas yang paling tinggi adalah $m_3\{P4\} = 0,7907949$ atau 79.07949% sehingga dapat disimpulkan penyakit yang menyerang tanaman cabai kemungkinan adalah terserang penyakit *Serkospora* (P4).

Pada kasus 3 diberikan contoh dengan memasukan 4 gejala pada sistem pakar diagnose penyakit pada tanaman cabai. Perhitungan ini dimisalkan pengguna memasukan gejala seperti pada Tabel 3.8

Tabel 3.8 Contoh kasus 3 yang akan diselesaikan dengan metode *Dempster Shafer*

Gejala	Nama Penyakit	Belief
Anak tulang daun menguning. (G24)	Layu Fusarium (P6)	0,62
Daun pucuk berkembang menjadi warna kuning jelas. (G27)	Virus Gemini (P7)	0,73
Daun yang terserang menjadi pucat (G9)	Embun Tepung (P5)	0,65
Layu pada daun bagian bawah. (G10)	Layu Bakteri(P3)	0,85
	Layu Fusarium(P6)	0,73

a. Gejala G24: Anak tulang daun menguning

Dilakukan observasi anak tulang daun menguning sebagai gejala dari penyakit cabai dengan nilai $m\{P6\} = 0,62$ untuk mendapatkan densitas pada m_1 maka akan dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$m_1\{P4\} = 0,62$$

$$m_1\{\theta\} = 1 - 0,62 = 0,38$$

b. Gejala G27: Daun pucuk berkembang menjadi warna kuning jelas

Dilakukan observasi daun pucuk berkembang menjadi warna kuning jelas sebagai gejala dari penyakit cabai dengan nilai $m\{P7\} = 0,73$ untuk mendapatkan densitas pada m_4 maka akan dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$m_2\{P7\} = 0,73$$

$$m_2\{\theta\} = 1 - 0,73 = 0,27$$

Maka akan dihitung nilai densitas baru untuk m_3 dengan beberapa kombinasi yang memungkinkan, dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Aturan kombinasi m_3 untuk contoh kasus 3 perhitungan *Dempster-Shafer*

m1	m2	
	m2{P7}=0,73	m2{θ}=0,27
m1{P6}= 0,62	{θ} = 0,62 * 0,73=0,4526	{P6}=0,62 * 0,27=0,1674
m1{θ}=0,38	{P7}=0,38 * 0,73=0,2774	{θ} =0,38 * 0,27=0,1026

Maka:

$$m3\{P6\} = \frac{0,1674}{1 - 0,4526} = 0,30580928$$

$$m3\{P7\} = \frac{0,2774}{1 - 0,4526} = 0,506759225$$

$$m3\{\theta\} = \frac{0,1026}{1 - 0,4526} = 0,18743149$$

c. Gejala G9: Daun yang terserang menjadi pucat

Dilakukan observasi daun yang terserang menjadi pucat sebagai gejala dari penyakit cabai dengan nilai $m\{P2\} = 0,65$ untuk mendapatkan densitas pada m1 maka akan dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$m4\{P2\} = 0.65$$

$$m4\{\theta\} = 1 - 0.65 = 0.35$$

Maka akan dihitung nilai densitas baru untuk m5 dengan beberapa kombinasi yang memungkinkan, dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Aturan kombinasi m5 untuk contoh kasus 3 perhitungan *Dempster-Shafer*

m3	m4	
	m2{P2}=0,65	m2{θ}=0,35
m3{P6}= 0,30580928	{θ} = 0,30580928 * 0,65 = 0,198776032	{P6}= 0,30580928 * 0,35 = 0,107033248
m3{P7}= 0,506759225	{θ} = 0,506759225 * 0,65 = 0,32939349625	{P7}=0,506759225* 0,35 = 0,17736572875
m3{θ} = 0,18743149	{P2}=0,18743149 * 0,65 = 0,079189804525	{θ}=0,18743149* 0,35 = 0,0656010215

Maka:

$$m5\{P2\} = \frac{0,079189804525}{1 - (0,198776032 + 0,32939349625)} = 0,16783529099$$

$$m5\{P6\} = \frac{0,107033248}{1 - (0,198776032 + 0,32939349625)} = 0,226846832513$$

$$m5\{P7\} = \frac{0,17736572875}{1 - (0,198776032 + 0,32939349625)} = 0,3759098646$$

$$m5\{\theta\} = \frac{0,0656010215}{1 - (0,198776032 + 0,32939349625)} = 0,13903515230097$$

d. Gejala G10: Layu pada daun bagian bawah

Dilakukan observasi layu pada daun bagian bawah sebagai gejala dari penyakit cabai dengan nilai $m\{P3\} = 0.85$ dan $m(P6) = 0.73$ untuk mendapatkan densitas pada $m6$ maka akan dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$m6\{P4, P5\} = \frac{0.85 + 0.73}{2} = 0.79$$

$$m6\{\theta\} = 1 - 0.80 = 0,21$$

Maka akan dihitung nilai densitas baru untuk $m7$ dengan beberapa kombinasi yang memungkinkan, dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Aturan kombinasi $m7$ untuk contoh kasus 3 perhitungan *Dempster-Shafer*

m5	m6	
	$m2\{P3, P6\}=0,79$	$m2\{\theta\}=0,21$
$m5\{P2\}=0,16783529099$	$\{\theta\}=0,16783529099 * 0,79 = 0,1325898798821$	$\{P2\}=0,16783529099 * 0,21 = 0,033567058198$
$m3\{P6\} = 0,226846832513$	$\{P6\} = 0,226846832513 * 0,79 = 0,17920899768527$	$\{P6\} = 0,226846832513 * 0,21 = 0,0476378348277$ 3
$m5\{P7\}= 0,3759098646$	$\{\theta\} = 0,3759098646 * 0,79 = 0,296968793034$	$\{P7\}=0,3759098646 * 0,21 = 0,078941071566$
$m3\{\theta\} = 0,13903515230097$	$\{P3, P6\} = 0,13903515230097 * 0,79 = 0,109837770$	$\{\theta\} = 0,13903515230097 * 0,21 = 0,0291973819832$

Maka:

$$m7\{P2\} = \frac{0,033567058198}{1 - (0,1325898798821 + 0,296968793034)} = 0,058844015333873$$

$$m7\{P6\} = \frac{0,17920899768527 + 0,04763783482773}{1 - (0,1325898798821 + 0,296968793034)} = 0,39766900072377$$

$$m7\{P7\} = \frac{0,078941071566}{1 - (0,1325898798821 + 0,296968793034)} = 0,1383859615669$$

$$m7\{P3, P6\} = \frac{0,109837770}{1 - (0,1325898798821 + 0,296968793034)} = 0,19254875967$$

$$m7\{\theta\} = \frac{0,0291973819832}{1 - (0,1325898798821 + 0,296968793034)} = 0,05118384765$$

Dari perhitungan di atas dengan metode *Dempster Shafer*, nilai densitas yang paling tinggi adalah $m_3\{P_6\} = 0,39766900072377$ atau 39,766900072377% sehingga dapat disimpulkan penyakit yang menyerang tanaman cabai kemungkinan adalah terserang penyakit Layu Fusarium (P6).

3.6.3 Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi merupakan pengujian yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui performa sistem yang dibangun dalam memberikan hasil diagnosis dari penyakit tanaman cabai. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil diagnosis oleh pakar dengan hasil diagnosis sistem. Pengujian ini akan dilakukan dengan 20 kasus yang akan diuji pada 3 pakar. Data kasus yang akan diberikan berasal dari data penyakit yang ditemukan di lapangan. Pada pengujian ini, pakar terlebih dahulu melakukan diagnosis kemudian diuji dengan sistem. Hasil pada pengujian ini berupa presentasi berdasarkan hasil diagnosis pakar dan hasil diagnosis sistem yang didapatkan. Pengujian ini terdiri dari 2 skenario perhitungan tingkat akurasi, yaitu perhitungan tingkat akurasi berdasarkan nilai rata-rata dari nilai kepercayaan 3 pakar dan berdasarkan nilai kepercayaan masing-masing pakar. Rumus perhitungan akurasi dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

$$\text{nilai keakuratan} = \frac{\text{jumlah hasil yang sesuai}}{\text{jumlah kasus}} \times 100\% \quad (3-1)$$

3.6.4 Pengujian Mean Opinion Score (MOS)

Pengujian MOS merupakan pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan hasil pengujian kuantitatif dengan menguji sistem dilihat dari sisi pengguna. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan beberapa pertanyaan mengenai sistem kepada responden. Pertanyaan-pertanyaan pada pengujian ini berkaitan dengan *interface* sistem, fitur-fitur pada sistem dan lain-lain. Responden pada penelitian ini berjumlah 30 orang, yang terdiri dari 5 orang mahasiswa teknik yang memahami tentang *interface* sistem, 10 penyuluh pertanian dan 5 mahasiswa Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mataram untuk menguji apakah informasi pada sistem sesuai dengan pengetahuan mereka dan 10 petani untuk menguji apakah informasi yang ditampilkan sistem mudah dipahami.

Kuisisioner diisi oleh responden agar memperoleh nilai terhadap sistem pakar yang dibangun. Kuisisioner akan diisi sesuai dengan rentang nilai pada tabel 3.12

Tabel 3.12 rentang nilai pertanyaan kuisisioner [8].

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

Berdasarkan penilaian yang diberikan responden pada setiap pertanyaan kuisisioner selanjutnya akan dilakukan proses perhitungan nilai rata-rata dengan menggunakan rumus pada persamaan (3-2).

$$\mu_{pi} = \frac{\sum Si \times Bi}{n} \quad (3-2)$$

Keterangan:

- μ_{pi} : Rata-rata sekor setiap atribut pernyataan
- Si : Jumlah responden yang memilih setiap
- Bi : Bobot setiap atribut pertanyaan
- n : Jumlah responden

Untuk mendapatkan hasil dari pengujian kuisisioner maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan MOS berdasarkan nilai rata-rata dari seluruh atribut pertanyaan kuisisioner. Rumus untuk menghitung MOS adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

- MOS : total skor rata-rata seluruh atribut pernyataan
- k : jumlah atribut pertanyaan

3.7 Jadwal Kegiatan

Proses pengembangan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai dikerjakan dalam kurun waktu 6 bulan. Tabel 3.13 merupakan jadwal kegiatan pengembangan sistem.

Tabel 3.13 Jadwal kegiatan pengembangan sistem pakar diagnosa penyakit tanaman cabai

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)						Keterangan
		I	II	III	IV	V	VI	
1	Analisa							
2	Perancangan							
3	<i>Coding</i>							
4	<i>Testing</i>							
5	Implementasi							
6	Dokumentasi							

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Elvinardewi and A. Hikmat, *Pengendalian dan Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) Cabai*. Jakarta: Direktorat Bina Perlindungan Tanaman, 1999.
- [2] “Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Indonesia 2018.” Badan Pusat Statistik Indonesia, Jakarta, 2019.
- [3] M. Indriyana, *Statistik Produksi Tanaman Hortikultura Provinsi Nusa Tenggara Barat 2018*. Mataram: Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Barat Dilarang, 2019.
- [4] A. S. Duriat and N. Gunaeni, *Penyakit Penting Tanaman Cabai dan Pengendalinya*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran, 2007.
- [5] R. Rusmi, Defiaryani, and S. Purwanti, “Web-bases Expert System For Diagnosing Pest and Disease In Chili Plant Using Forward Chaining,” *JSI*, vol. 2, no. 2, pp. 61–75, 2016.
- [6] K. Aryasa, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Agribisnis Menggunakan Metode Certainty Factor,” *J-siti*, vol. 7, no. 1, pp. 54–67, 2018.
- [7] W. Verina, “Penerapan Metode Forward Chaining untuk Mendeteksi Penyakit THT,” *Jatisi*, vol. 1, no. 2, pp. 123–138, 2015.
- [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] D. T. Yuwono and A. Fadlil, “Comparative Analysis of Dempster-Shafer Method and Certainty Factor Method On Personality Disorders Expert Systems,” *SJI*, vol. 6, no. 1, pp. 12–22, 2019.
- [10] 2013 Listiono, 2012 dalam Sari, “Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Islam Kalimantan (UNISKA) Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin,” vol. 8, no. 1, pp. 212–218, 2017.

- [11] F. Agus, H. E. Wulandari, and I. F. Astut, "Expert System With Certainty Factor For Early Diagnosis Of Red Chili Peppers Diseases," *Appl. Intell. Syst.*, vol. 2, no. 2, pp. 52–66, 2017.
- [12] Y. A. Fitrianingtyas and C. Rahmad, "Sistem Pakar Deteksi Hama Dan Penyakit Pada Tanaman Cabai Dengan Metode Naïve Bayes," *J. Polinema*, vol. 2015, pp. 68–72, 2015.
- [13] A. Mahmudi, M. Rokhman, and A. E. Prasetyo, "Rancang Bangun Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Tanaman Cabai Menggunakan Metode Bayes," *J-ptiik*, vol. 2, no. 2, pp. 85–90, 2016.
- [14] W. Supartini and Hindarto, "Sistem Pakar Berbasis Web Dengan Metode Forward Chaining Dalam Mendiagnosis Dini Penyakit Tuberkulosis di Jawa Timur," *KINETIK*, vol. 1, no. 3, pp. 147–154, 2016.
- [15] K. Bhaskara, N. Hidayat, and L. Muflikhah, "Sistem Diagnosis Penyakit Kelamin Pada Pria Menggunakan Metode Forward Chaining Dan Dempster-Shafer," *J-ptiik*, vol. 3, no. 3, pp. 2823–2828, 2019.
- [16] M. Z. Muttaqin, E. Santoso, and B. Rahayudi, "Sistem Diagnosis Penyakit Ikan Koi Menggunakan Metode Forward Chaining dan Dempster-Shafer," *J-ptiik*, vol. 2, no. 8, pp. 2886–2891, 2018.
- [17] S. Orthega, N. Hidayat, and E. Santoso, "Implementasi Metode Dempster-Shafer untuk Mendiagnosa Penyakit Tanaman Padi," vol. 1, no. 10, 2017.
- [18] R. A. Wicaksono, N. Hidayat, and Indriati, "Implementasi Metode Dempster-Shafer untuk Diagnosis Penyakit pada Tanaman Kedelai," *J-ptiik*, vol. 2, no. 3, pp. 1212–1218, 2018.
- [19] J. R. Maulana, Fitriyadi, and R. Fitriani, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Karet Dengan Metode Dempster-shafer," *JUTISI*, vol. 5, no. 5, pp. 1013–1021, 2017.
- [20] M. Handayani, Taufiq, and Soegiarto, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Semangka Menggunakan Metode Dempster Shafer Berbasis Web," *Progresif*, vol. 12, no. 1, p. 12431386, 2016.

- [21] D. Purnomo, B. Irawan, and Y. Brianorman, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Kucing Menggunakan Metode Dempster-Shafer Berbasis Android,” *JCSKO*, vol. 05, no. 1, pp. 45–55, 2017.
- [22] R. Hamidi, H. Anra, and H. S. Pratiwi, “Analisis Perbandingan Sistem Pakar dengan Metode Certainty Factor dan Metode Dempster-Shafer pada Penyakit Kelinci,” *JUSTIN*, vol. 5, no. 2, pp. 3–8, 2017.
- [23] K. Adhianto, R. Andrian, and Y. N. Sari, “Comparative Analysis of Cow Disease Diagnosis Expert System using Bayesian Network and Dempster-Shafer Method,” *IJACSA*, vol. 10, no. 4, pp. 227–235, 2019.
- [24] A. S. Duriat, N. Gunaeni, and A. W. Wulandari, *Penyakit Penting Tanaman Cabai dan Pengendaliannya*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran, 2007.
- [25] Kusriani, *Sistem Pakar Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: ANDI, 2006.
- [26] J. Irawan, *Sistem Pakar*. Surabaya: STIKOM Surabaya, 2007.
- [27] V. Amrizal and Q. Aini, *Kecerdasan buatan*. Jakarta: Halaman Moeka, 2013.
- [28] M. Fuljana, *Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Cabai Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Android*. Bandar Lampung: Universitas Lamung, 2017.
- [29] K. Sentz and S. Ferson, *Combination of Evidence in Dempster-Shafer Theory*. New Mexico: Sandia National Laboratories, 2002.
- [30] R. Arif, *Sistem Informasi Portal Akademik Pada Sma Swasta Eria Medan Tugas Akhir*. Medan: Fakultas MIPA-Universitas Sumatra Utara, 2009.
- [31] W. Widyantoro, *Bootstrap*. Yogyakarta: Lokomedia, 2013.

LAMPIRAN

1. Penyakit tanaman cabai

Kode	Nama penyakit
P1	Penyakit Busuk Buah <i>Antraknosa</i>
P2	Penyakit Embun Tepung
P3	Penyakit Layu Bakteri
P4	Penyakit Bercak daun <i>Sekospora</i>
P5	Penyakit Busuk Daun <i>Fitophora</i>
P6	Penyakit Layu <i>Fusarium</i>
P7	Penyakit Virus Kuning (<i>Virus Gemini</i>)

2. Gejala

Kode	Gejala penyakit
G1	Mengalami mati pucuk.
G2	Bercak berwarna coklat kehitaman pada permukaan buah.
G3	Tubuh buah berwarna coklat pada kondisi lingkungan lembab
G4	Luka pada buah berbentuk lingkaran
G5	Buah berubah menjadi coklat kehitaman
G6	Buah menjadi busuk
G7	Seluruh buah keriput dan mengering.
G8	Lapisan tepung berwarna putih pada sisi bawah daun.
G9	Daun yang terserang menjadi pucat
G10	Daun yang terserang menjadi rontok
G11	Layu pada daun bagian bawah.
G12	Dalam beberapa hari seluruh daun layu permanen
G13	Warna daun tetap hijau, kadang-kadang sedikit kekuningan.
G14	Warna buah menjadi kekuningan
G15	Bercak berwarna coklat pada daun
G16	Bercak kering

G17	Bercak yang tua menyebabkan lubang-lubang.
G18	Daun yang terserang menjadi layu
G19	Bercak kebasah-basahan dibagian tepi atau tengah daun.
G20	Bercak dikelilingi oleh sporangium yang berwarna putih
G21	Leher batang menjadi busuk basah berwarna hijau.
G22	Leher batang berwarna cokelat atau hitam ketika busuk mengering
G23	Kelayuan yang serentak dan tiba-tiba dari bagian tanaman lainnya.
G24	Anak tulang daun menguning.
G25	Tanaman menjadi layu.
G26	Warna jaringan akar dan batang menjadi cokelat.
G27	Daun pucuk berkembang menjadi warna kuning jelas.
G28	Tulang daun menebal.
G29	Daun menggulung ke atas.
G30	Daun-daun mengecil dan berwarna kuning terang.
G3	Tanaman kerdil
G32	Produksi buah menurun/tidak berbuah.

3. Persebaran Data

Kode	Penyakit						
	P1	P1	P3	P4	P5	P6	P7
G1	√						
G2	√						
G3	√						
G4	√						
G5	√						
G6	√		√				
G7	√						
G8		√					
G9		√					
G10		√		√			

G11			√			√	
G12			√				
G13			√				
G14			√				
G15				√	√		
G16				√			
G17				√			
G18				√			
G19					√		
G20					√		
G21					√		
G22					√		
G23					√		
G24						√	
G25						√	
G26						√	
G27							√
G28							√
G29							√
G30							√
G3							√
G32							√