

**SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT TANAMAN LADA
MENGUNAKAN METODE *FORWARD CHAINING* DAN *CERTAINTY*
*FACTOR***



SEMINAR HASIL

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Komputer pada Program Studi Teknik Informatika
Jurusan Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Tadulako

Disusun oleh :

SERLY PURNAMASARI

F 551 16 024

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TADULAKO

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

**SEMINAR HASIL
SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT TANAMAN LADA
MENGUNAKAN METODE *FORWARD CHAINING* DAN *CERTAINTY*
*FACTOR***

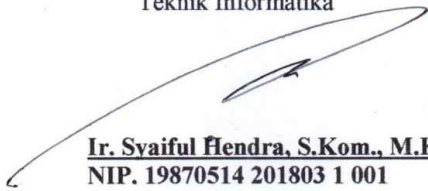
Yang diajukan oleh:

SERLY PURNAMASARI
F 551 16 024

Palu, 23 Februari 2023

Telah disetujui oleh :

Mengetahui
Koordinator Program Studi
Teknik Informatika



Ir. Syaiful Hendra, S.Kom., M.Kom
NIP. 19870514 201803 1 001

Pembimbing



Ir. Yusuf Anshori, S.T., M.T
NIP. 19801027 200604 1001

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala atas karunia dan rahmat-Nya sehingga proposal skripsi yang berjudul “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman lada menggunakan Metode *Forward Chaining* ” dapat terselesaikan. Penulisan proposal ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi S1 Teknik Informatika Jurusan Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Tadulako.

Penelitian ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak yang telah memberikan gagasan, bimbingan dan berbagai dukungan lainnya. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Eng. Andi Rusdin, S.T., M.T., M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Univesitas Tadulako.
2. Bapak Ir. Andi Arham Adam, S.T.,M.Sc.,Ph.D, Pembantu Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Tadulako.
3. Bapak Dr. Mohammad Yazdi Pusadan, S.Kom.,M.Eng, sebagai Ketua Jurusan Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
4. Bapak Ir. Syaiful Hendra, S.Kom.,M.Kom, sebagai Koordinator Program Studi S1 Teknik Informatika Jurusan Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Tadulako.

5. Bapak Ir. Yusuf Anshori, S.T., M.T, sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir pada Program Studi S1 Teknik Informatika Jurusan Teknologi Informasi Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
6. Bapak Rizka Ardiansyah, S.Kom., M.Kom sebagai Dosen Wali penulis selama ini yang sudah banyak memberikan arahan dan nasehat yang sangat membantu dari awal hingga akhir penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh dosen pengajar di Jurusan Teknologi Informasi yang telah memberikan pendidikan dan pengetahuan yang sangat berarti kepada penulis.
8. Seluruh rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.
9. Orang tua tercinta dan keluarga besar yang tak henti – hentinya mendoakan penulis, hingga penulis bisa menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan proposal ini masih terdapat banyak kekurangan. Sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Palu, 23 Maret 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN	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 LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Sistem Pakar.....	9
2.2.2 Forward Chaining	12
2.2.3 Tanaman Lada.....	14
2.2.4 HTML	15
2.2.5 Certainty Factor	15
2.2.6 PHP	17
2.2.7 MySQL	18
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Bahan dan Alat Penelitian.....	19
3.1.1 Bahan penelitian.....	19

3.1.2	Alat penelitian.....	22
3.2	Desain Penelitian	23
3.2.1	Jenis Penelitian.....	23
3.2.2	Tipe Penelitian	23
3.3	Objek, Waktu dan lokasi penelitian	23
3.3.1	Jenis dan sumber data	24
3.3.2	Teknik Pengumpulan data.....	24
3.3.3	Metode analisis data.....	25
3.4	Metode pengembangan sistem.....	26
3.5	Tahapan dan diagram alir penelitian	27
3.6	Rancangan desain sistem	31
3.7	Pengujian perangkat lunak.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1	Hasil penelitian	36
4.1.1	Analisis Sistem.....	36
4.1.2	Implementasi Sistem.....	46
4.1.3	Pengujian Sistem.....	55
4.2	Pembahasan.....	75
4.2.1	Akuisisi Pengetahuan.....	75
4.2.2	Representase Pengetahuan	81
4.2.3	Presentasi dan Probabilitas Keakuratan	85
BAB V PENUTUP.....		96
5.1	Kesimpulan	96
5.2	Saran	97
DAFTAR PUSTAKA		98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Sistem Pakar.....	10
Gambar 2.2 Diagram <i>Forward Chaining</i>	14
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Algoritma Sistem pakar	28
Gambar 3.2 Tahapan dan diagram alir penelitian	29
Gambar 3.3 Halaman Login.....	31
Gambar 3.4 Halaman Utama.....	32
Gambar 3.5 Data Penyakit	32
Gambar 3.6 Data Gejala.....	33
Gambar 3.7 Form Diagnosa	34
Gambar 3.8 Form Tentang	34
Gambar 4.1 Diagram Konteks.....	36
Gambar 4.2 <i>Data Flow Diagram</i>	38
Gambar 4.3 <i>Use Case Diagram</i>	40
Gambar 4.4 <i>Activity Diagram user</i>	42
Gambar 4.5 <i>Activity Diagram Admin</i>	42
Gambar 4.6 <i>Sequence Diagram</i> Pengguna.....	43
Gambar 4.7 <i>Sequence Diagram</i> Admin	43
Gambar 4.8 <i>Class Diagram</i>	44
Gambar 4.9 <i>ERD (Entity Relationship Diagram)</i>	45
Gambar 4.10 <i>Form Login</i>	50
Gambar 4.11 Form Halaman Utama	51
Gambar 4.12 Form Halaman Data Penyakit	51
Gambar 4.13 Form Data Gejala	52
Gambar 4.14 Form Diagnosa	53
Gambar 4.15 Form Hasil Diagnosa.....	53
Gambar 4.16 Form Riwayat Konsultasi.....	54

Gambar 4.17 Form Tentang	55
--------------------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Penyakit	19
Tabel 3.2 Data Gejala.....	20
Tabel 4.1 Tabel admin.....	46
Tabel 4.2 Tabel Diagnosa	47
Tabel 4.3 Tabel Gejala	47
Tabel 4.4 Tabel Jenis Penyakit.....	48
Tabel 4.5 Tabel Basis Pengetahuan	49
Tabel 4.6 Tabel Post.....	49
Tabel 4.7 Pengujian Login	56
Tabel 4.8 Pengujian Data Gejala.....	58
Tabel 4.9 Pengujian Data Penyakit	59
Tabel 4.10 Riwayat Konsultasi	61
Tabel 4.11 Tabel Pengujian Logout	62
Tabel 4.12 Pengujian Akurasi	63
Tabel 4.13 Jenis Penyakit Tanaman Lada.....	75
Tabel 4.14 Data Gejala.....	76
Tabel 4.15 Pengelolaan data gejala dan penyakit	78
Tabel 4.16 Tabel Keputusan	81
Tabel 4.17 Tabel Aturan	84
Tabel 4.18 Interpretasi User.....	86
Tabel 4.19 Bobot Nilai MB dan MD	87
Tabel 4.20 Nilai Kepastian Pakar.....	90
Tabel 4.21 Gejala Yang Dipilih	92
Tabel 4.22 Nilai Keyakinan User.....	93

DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN

SIMBOL

Flowchart



= Mulai Atau Selesai (*Terminator*)



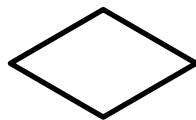
= Proses



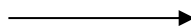
= Database



= Input/*Output* Data



= Seleksi (*decision*)



= Arus Data

SINGKATAN

DFD : *Data Flow Diagram*

ERD : *Entity Relationship Diagram*

UML : *Unified Modelling Language*

BFS : *Breadth-First Search*

DFS : *Dth-First Sear*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Undang – Undang Nomor 18 Tahun 2004, perkebunan adalah segala kegiatan yang mengusahakan tanaman tertentu melalui tanah atau media tumbuh yang lain dalam suatu ekosistem, mengolah dan memasarkan barang dan jasa hasil tanaman tersebut dengan bantuan ilmu pengetahuan dan teknologi, pemodalan, serta manajemen untuk mewujudkan kesejahteraan bagi pelaku usaha perkebunan dan masyarakat.

Salah satu tanaman perkebunan yang ada di Indonesia adalah tanaman lada. Lada merupakan komoditas ekspor andalan indonesia. Hal ini dapat dibuktikan dengan jumlah tingkat produksi lada di Indonesia berdasarkan data Badan Pusat Statistik menyatakan bahwa produksi tanaman lada menempati urutan ke 10 dari 21 jenis tanaman pada tahun 2017. Salah satu daerah utama penghasil lada diindonesia adalah daerah lampung (Mulyani et al., 2020).

Potensi produksi lada di Indonesia juga didukung oleh keadaan iklim dan kondisi geografis yang sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangan lada. Lada merupakan salah satu produk yang unggulan ekspor yang memiliki potensi untuk dipasarkan baik pasar dalam negeri maupun luar negeri, namun lada masih dihadapkan pada berbagai permasalahan seperti penurunan produksi yang dapat mempengaruhi perkembangan daya saing lada Indonesia (Ariyani, 2018).

Pada umumnya produksi lada dari tahun ke tahun secara berturut – turut masih mengalami naik turunnya produksi lada karena dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satu faktor penyebabnya adalah hama dan penyakit pada tanaman lada. Bagi orang awam mengidentifikasi hama dan penyakit tanaman merupakan hal yang yang sulit. Dalam prakteknya sering kali petani mengalami kesulitan dalam menghadapi hama salah satunya adalah serangan penyakit kuning dan penyakit busuk pangkal batang. Banyaknya tanaman lada yang di tanam tidak sebanding dengan banyaknya lada yang dihasilkan, Terkadang sebagian petani sering mengabaikan hal ini karena ketidaktahuannya dan menganggap gejala tersebut sudah biasa terjadi pada masa ke masa tanam (Mulyani et al., 2020).

Pada tahun 2021, jumlah produksi tanaman lada yang ada di provinsi Sulawesi Tengah kisaran 77,40 ribu ton. Dengan terbatasnya jumlah pakar dalam sektor pertanian, khususnya dalam budidaya tanaman lada, maka dari itu sulit bagi petani untuk mendapatkan solusi mengenai permasalahan dalam proses mengatasi penyakit pada tanaman lada. Dengan adanya perkembangan teknologi saat ini dapat dimanfaatkan untuk mengatasi permasalahan dalam identifikasi penyakit pada tanaman lada. Maka, sangat dibutuhkan alat bantu atau suatu aplikasi sistem pakar yang dapat membantu petani dalam mendiagnosis penyakit tanaman lada guna memberikan solusi penanggulangan.

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis melakukan sebuah penelitian dengan judul “SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN

LADA DENGAN METODE *FORWARD CHAINING* DAN *CERTAINTY FACTOR* ”

melalui sistem pakar ini diharapkan dapat membantu para petani khususnya dalam menghadapi masalah - masalah penyakit pada tanaman lada.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka penulis dapat merumuskan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* terhadap sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman lada?
2. Bagaimana membangun dan merancang aplikasi berbasis *web* untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman lada ?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka penulis membatasi masalah dalam penelitian ini, sebagai berikut :

1. Sistem yang dibangun hanya mendiagnosa penyakit pada tanaman lada .
2. Penyakit yang menyerang pada tanaman lada mulai dari daun, batang sampai akar tanaman lada.
3. Jenis penyakit, gejala dan tata cara pengendalian penyakit tanaman lada disesuaikan dengan keterangan pakar, buku tentang penyakit tanaman, terutama mengenai penyakit pada tanaman lada.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai oleh penulis dalam penelitian ini adalah

1. Merancang sistem dan aplikasi sebagai solusi dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman lada.
2. Menerapkan sistem ke dalam sebuah aplikasi web untuk dapat menyediakan layanan pengaksesan informasi yang dibutuhkan oleh petani seperti informasi tentang gejala dan penyakit dan layanan diagnosa penyakit pada tanaman lada.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dengan adanya penelitian ini adalah

1. Manfaat Akademis
 - a. Menambah bekal pengetahuan dengan menerapkan ilmu pengetahuan di bidang informatika.
 - b. Dapat dijadikan sebagai bahan referensi bagi penelitian berikutnya

2. Manfaat Praktis

Menghasilkan sebuah aplikasi sistem pakar yang digunakan untuk membantu para petani untuk menyelesaikan permasalahan yang ada dalam penyakit pada tanaman lada.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi beberapa sub bab sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian dan Sistematika Penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan tentang perbandingan antara penelitian ini dengan penelitian lain yang pernah da sebelumnya serta teori – teori yang digunakan dalam menyusun skripsi ini.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang bahan dasar dan alat yang akan digunakan dalam penelitian, tahapan penelitian, dan hipotesis yang dibuat berdasarkan teori dasar serta rumusan masalah yang ada.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil dari penelitian dan perancangan yang telah dilakukan selama beberapa bulan.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diambil berdasarkan analisa yang telah dilakukan serta saran – saran yang bermanfaat bagi penelitian – penelitian yang akan dilakukan dikemudian hari.

DAFTAR PUSTAKA

Pada bagian ini berisi tentang referensi yang dijadikan rujukan dalam melakukan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penulis meninjau penelitian berdasarkan dari hasil – hasil peneletian yang sebelumnya pernah dilakukan. Adapun peneletian – peneletian yang terkait adalah sebagai berikut :

1. Penelitian yang di lakukan oleh (Jargalsaikhan et al., 2019) berjudul “ Sistem pakar diagnosa penyakit dan hama pada tanaman lada dengan metode *Forward Chaining* berbasis android”. Tujuan penelitian ini yaitu untuk membantu para petani dapat menyelesaikan permasalahan baik penyakit maupun hama yang berkembang saat ini. Hasil yang dapat disimpulkan ialah metode *Forward Chaining* dapat diimplementasikan untuk diagonasa penyakit dan hama tanamman lada. untuk hasil pengujian 35 data yang telah dilakukan, terdapat 34 data yang sesuai dengan hasil pakar. Dengan hasil akurasi 97,14% sistem pakar dapat digunakan oleh pengguna dalam mendiagnosa hama dan penyakit pada tanaman lada. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah sama – sama menggunakan sistem pakar diagnosa penyakit dan hama pada tanaman lada dengan metode *Forward Chaining*. perbedaannya adalah penulis menggunakan metode *Forward Chaining* berbasis web dengan mengambil diagnosa penyakit penyakit pada tanaman Lada.

2. Penelitian yang dilakukan oleh (Ariyani, D. (2018).) dengan judul Sistem pakar diagnosa hama dan penyakit tembakau menggunakan metode *Forward Chaining*. Tujuan penelitian ini yaitu untuk membantu memberikan solusi serta kemudahan bagi petani dan masyarakat umum dalam mendeteksi penyakit pada tanaman tembakau. Pada aplikasi ini terdapat 4 penyakit dan 13 gejala dari hasil wawancara dengan pakar. Berdasarkan hasil pengujian sistem pakar diagnosa hama dan penyakit tembakau menggunakan metode pengujian *Blackbox*. Secara keseluruhan sistem pakar berjalan dengan baik untuk melakukan konsultasi diagnosa hama dan penyakit tembakau, melihat informasi hama dan penyakit, memberikan hasil diagnosa yang sesuai dengan gejala yang ada. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah sama – sama menggunakan metode *Forward Chaining* dimana diagnosa dilakukan dengan memulai penalaran dari sekumpulan gejala – gejala yang kemudian dapat dilihat kesimpulan jenis penyakit dan hama pada tembakau. Perbedaannya adalah pada penelitian ini mendiagnosa penyakit pada tembakau sementara untuk penulis menggunakan sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman lada.
3. Penelitian yang dilakukan oleh (Mulyani et al., 2020) yang berjudul Sistem pakar diagnosis hama dan penyakit pada tanaman lada menggunakan metode *Backward Chaining* berbasis android. Tujuan penelitian ini adalah untuk membantu para petani menyelesaikan permasalahan dalam identifikasi hama dan penyakit pada tanaman lada. Sistem pakar yang dikembangkan dapat

mengidentifikasi 15 penyakit dengan 45 gejala dan 7 hama dengan 25 gejala. Pengujian pada aplikasi sistem pakar ini terdiri dari pengujian internal dan pengujian eksternal. Pengujian internal menggunakan metode *Black-box* testing dengan hasil pengujian seluruh fitur sistem dapat berjalan sesuai dengan fungsinya. Pengujian eksternal dilakukan dengan cara mengumpulkan kuisioner yang diisi oleh 30 responden dengan presentase penilaian rata-rata yang diperoleh sebesar 88,33%.

4. Penelitian yang dilakukan (Agung et al., 2020) dengan judul “Sistem Pakar menggunakan metode *Forward Chaining* untuk diagnosa penyakit tanaman karet” penelitian ini membahas penyakit tanaman karet. Karet merupakan salah satu penghasil devisa negara tertinggi. Tak heran jika pemerintah sangat memperhatikan perkembangan dan kualitas pohon karet. Namun disisi lain kurangnya perhatian dari petani karet terhadap tanaman karetnya dan berubahnya musim dari waktu ke waktu menyebabkan tanaman karet mudah terkena penyakit. Hal ini tentunya berdampak pada kualitas karet yang akan disadap dan menurunnya produksi karet di Indonesia. Untuk mengatasi masalah tersebut dibutuhkan tindakan yang tepat untuk pengendalian penyakit tanaman karet tersebut. Sistem pakar menggunakan metode *Forward Chaining* untuk diagnosa penyakit tanaman karet merupakan solusi terbaik untuk mengenali gejala-gejala penyakit pada tanaman karet sedini mungkin, mengetahui penyebab penyakit dan cara pengendaliannya. Dalam pembuatan sistem ini dibutuhkan pakar yang ahli

di bidang penyakit karet untuk mendapatkan data-data yang akurat mengenai informasi penyakit karet.

5. Penelitian yang dilakukan oleh (Hidayat & Gumilang, 2017) dengan judul “Sistem pakar mendiagnosa penyakit pada perokok menggunakan metode *Forward Chaining*”. Tujuan penelitian ini adalah sama-sama mendiagnosa penyakit dan menggunakan metode *forward chaining* untuk membuat suatu sistem agar dapat membantu pasien dalam mendapatkan informasi tentang penyakit yang dialami serta gejala dan solusinya. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis adalah menggunakan metode yang sama dan objek yang berbeda. Perbedaan peneliti dengan penelitian yang akan dilakukan adalah pada penyakit serta gejala yang berbeda.

Berdasarkan pada penelitian ini akan dibuat sebuah aplikasi sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman lada berbasis web menggunakan metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor*. Dengan aplikasi ini akan lebih memudahkan untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman lada serta diberikan cara/solusi untuk penanganannya.

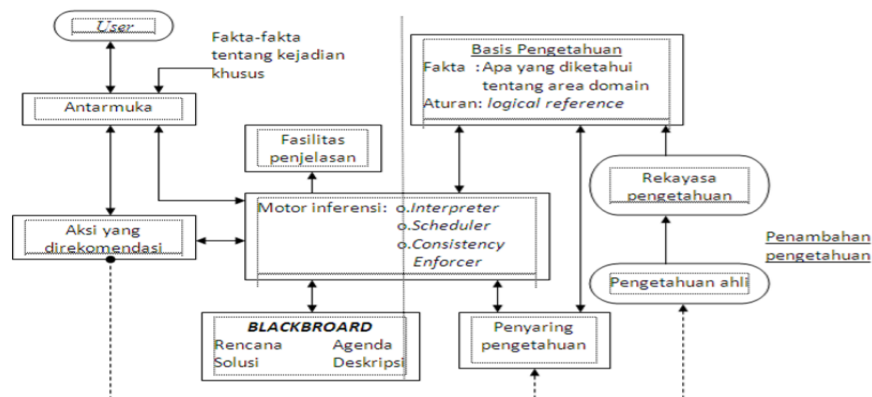
2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sistem Pakar

Menurut (Ariyani, 2018) Sistem pakar merupakan bagian dari kecerdasan buatan yang berisi kombinasi pemahaman teoritis tentang suatu persoalan dan

sekumpulan aturan pemecahan heuristik yang dikembangkan oleh manusia untuk dapat memecahkan sebuah permasalahan yang ada.

Menurut (Manik & Wahyudi, 2016), Ada dua bagian penting dari struktur sistem pakar, yaitu lingkungan pengembangan (*development envirointment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*). Lingkungan pengembangan digunakan oleh pembuat sistem pakar untuk membangun komponen-komponennya dan memperkenalkan pengetahuan ke dalam *knowlagde base* (basis pengetahuan). Gambar 1 menunjukkan komponen-komponen yang penting dalam sebuah sistem pakar.



Gambar 2. 1 Struktur Sistem Pakar

(Sumber : Manik & Wahyudi, 2016)

Menurut (Rasyid et al., 2018) Komponen yang terdapat dalam sistem pakar ini adalah *knowledge base (rules)*, *inference engine*, *working memory*, *explanation facility*, *knowledge acquisition facility*, *user interface*.

1. *Knowledge Base* (Basis Pengetahuan)

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan untuk pemahaman, dan penyelesaian masalah. komponen sistem pakar disusun atas dua elemen dasar, yaitu fakta dan aturan. Fakta merupakan informasi tentang objek dalam area permasalahan tertentu, sedangkan aturan merupakan informasi tentang cara bagaimana memperoleh fakta baru dari fakta yang telah diketahui. Pada struktur sistem pakar di atas, *knowledge base* di sini untuk menyimpan pengetahuan dari pakar berupa *rule*/aturan *if*<kondisi> *then* <aksi> atau dapat juga disebut *condition-action rules*.

2. *Inference Engine* (Mesin Inferensi)

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

3. *Working memory*

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

4. *Explanation Facility*

Menyediakan kebenaran dari solusi yang dihasilkan kepada *user* (*reasoning chain*).

5. *Knowledge Acquisition Facility*

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

6. *User Interface*

Mekanisme untuk memberi kesempatan kepada user dan sistem pakar untuk berkomunikasi. Antar muka menerima informasi dari user dan mengubahnya ke dalam bentuk informasi dari sistem dan menyajikannya ke dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh user.

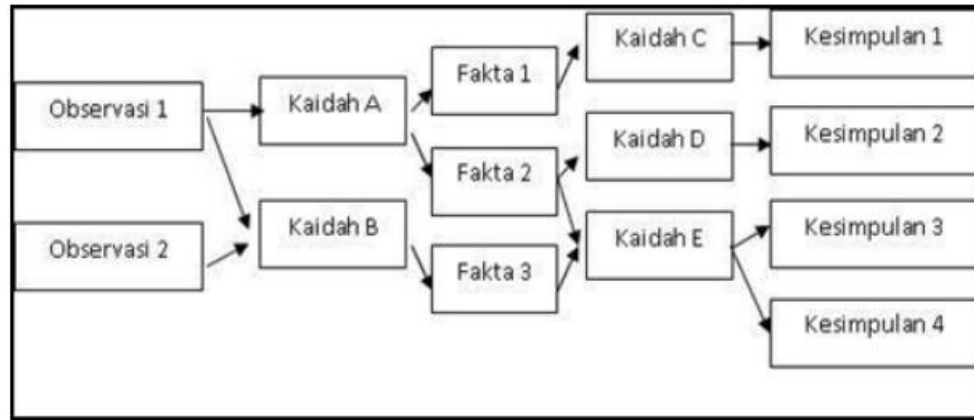
2.2.2 **Forward Chaining**

Menurut (Apridiansyah et al., 2017) *Forward Chaining* merupakan suatu penalaran yang dimulai dari fakta untuk mendapatkan kesimpulan (*conclusion*) dari fakta tersebut. *Forward Chaining* bisa dikatakan sebagai strategi inference yang bermula sejumlah fakta yang diketahui. Pencarian dilakukan dengan menggunakan rules yang premisnya cocok dengan fakta yang diketahui tersebut untuk memperoleh fakta baru dan melanjutkan proses hingga goal dicapai atau hingga sudah tidak ada rules lagi yang premisnya cocok dengan fakta yang diketahui maupun fakta yang

diperoleh. *Forward Chaining* bisa disebut juga runut maju atau pencarian yang dimotori data (data driven search). Jadi, pencarian dimulai dari premis-premis atau informasi masukkan (*IF*) dahulu kemudian menuju konklusi atau *derived information* (*THEN*). *Forward Chaining* berarti menggunakan himpunan aturan kondisi-aksi. Dalam metode ini, data digunakan untuk menentukan aturan mana yang akan dijalankan atau dengan menambahkan data ke memori kerja untuk diproses agar ditemukan suatu hasil.

Langkah – langkah dalam membuat sistem pakar dengan menggunakan metode *forward chaining* yaitu:

- a. Pendefinisian masalah dimulai dengan pemilihan domain masalah dan akuisi pengetahuan.
- b. Dendefenisian data *input* untuk memulai inferensi karena diperlukan oleh sistem *forward chaining*.
- c. Pendefenisian struktur pengendalian data untuk membantu mengendalikan pengaktifan suatu aturan.
- d. Penulisan kode awal dalam domain pengetahuan
- e. Pengujian sistem agar dapat mengetahui sejauh mana sistem berjalan
- f. Perancangan antarmuka dengan basis pengetahuan
- g. Pengembangan sistem evaluasi sistem



Gambar 2. 2 Diagram *Forward Chaining*

(Widiyanto, 2017)

2.2.3 Tanaman Lada

Lada (*Piper Nigrum* L) dikenal sebagai tanaman rempah-rempah yang dapat menghangatkan tubuh. Selain itu, tanaman lada dapat digunakan sebagai bumbu masak. Tanaman lada juga dikenal sebagai tanaman tahunan yang memanjat, namun saat ini telah dihasilkan jenis lada perdu yang tumbuh tidak harus menggunakan tiang panjat, meski panjangnya bisa mencapai lebih dari 5 m, lada merupakan komoditas ekspor tertua bagi Indonesia. (Teguh Supriyadi & Endang Suprpti, 2020)

Lada tergolong tanaman yang penyerapan haranya tinggi sehingga memerlukan jumlah pupuk yang relatif tinggi. Tanaman lada menyerap unsur-unsur hara dari dalam tanah sebanyak 32 g N, 5 g P₂O₅, 28 g K₂O, 8 g CaO, 3 g MgO, 90 mg Fe, 52 mg Mn, 27 mg Zn, 23 mg Cu dan 15 g B. (Cut Banning, Hafnati Rahmatan, 2016)

2.2.4 HTML

Hypertext Markup Language (HTML) adalah Bahasa markup yang umum digunakan untuk membuat halaman web. Sebenarnya HTML bukanlah sebuah bahasa pemrograman. Apabila di tinjau dari namanya, HTML merupakan bahasa markup atau penandaan terhadap sebuah dokumen teks. Tanda tersebut di gunakan untuk menentukan format atau *style* dari teks yang di tandai (Lavarino & Yustanti, 2016).

2.2.5 Certainty Factor

Menurut (Rosi & Prakoso, 2020) *Certainty Factor* merupakan suatu metode untuk menghadapi suatu masalah yang kepastiaannyamasih belum jelas atau tidak pasti dari seorang pakar. Metode ini awalnya ditemukan oleh Shortlife dan Buchanan pada tahun 1970. Metode ini biasa diimplementasikan pada sistem pakar dalam menyelesaikan suatu masalah, karena metode ini bisa menampung lebih dari satu probabilitas seperti, mungkin, kemungkinan besar hingga hampir pasti”.

Certainty factor didefinisikan sebagai berikut:

$$CF[h,e] = MB[h,e] - MD[h,e]..... (1)$$

Keterangan :

$CF[h,e]$ = Faktor kepastian

$MB[h,e]$ = *Measure of belief*, ukuran kepercayaan atau tingkat keyakinan terhadap hipotesis (h), jika diberikan *evidence* (e) antara 0 dan 1

$MD[h,e]$ = *Measure of disbelief*, ukuran ketidakpercayaan atau tingkat keyakinan terhadap hipotesis (h), jika diberikan *evidence* (e) antara 0 dan 1.

Menurut (Hasibuan et al., 2017) metode *certainty factor* ini hanya bisa mengolah 2 bobot dalam sekali perhitungan. Untuk bobot yang lebih dari 2 banyaknya, untuk melakukan perhitungan tidak terjadi masalah apabila bobot yang dihitung teracak, artinya tidak ada aturan untuk mengkombinasikan bobotnya, karena untuk kombinasi seperti apapun hasilnya akan tetap sama. Misalnya, untuk mengetahui apakah seorang pasien tersebut menderita penyakit jantung atau tidak, dilihat dari hasil perhitungan bobot setelah semua keluhan-keluhan diinputkan dan semua bobot dihitung dengan menggunakan metode *certainty factor*. Pasien yang divonis mengidap penyakit jantung adalah pasien yang memiliki bobot mendekati +1 dengan keluhan-keluhan yang dimiliki mengarah kepada penyakit jantung. Sedangkan pasien yang mempunyai bobot mendekati -1 adalah pasien yang dianggap tidak mengidap penyakit jantung, serta pasien yang memiliki bobot sama dengan 0 diagnosisnya tidak diketahui atau *unknown* atau bisa disebut dengan netral.

Bentuk dasar rumus *certainty factor* adalah sebuah aturan JIKA E MAKA H seperti ditunjukkan oleh persamaan 2 berikut :

$$CF(H, e) = CF(E, e) * CF(H, E) \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

$CF(H, e)$ = *certainty factor* Hipotesis yang dipengaruhi oleh *evidence e*.

$CF(E, e)$ = *certainty factor evidence E* yang dipengaruhi oleh *evidence e*.

$CF(H, E)$ = *certainty factor* hipotesis dengan asumsi *evidence* diketahui dengan pasti, yaitu ketika $CF(E, e) = 1$.

Jika semua *evidence* pada *antecedent* diketahui dengan pasti maka persamaannya akan menjadi :

$$CF(E, e) = CF(H, E) \dots\dots\dots(3)$$

CF(H,E) merupakan nilai kepastian yang diberikan oleh pakar terhadap suatu aturan, sedangkan CF(E,e) merupakan nilai kepercayaan yang diberikan oleh pengguna terhadap gejala yang dialaminya.

Pseudocode algoritma *certainty factor* :

1. Mulai
2. Memasukan nilai CF dari pakar untuk setiap gejala
3. Perhitungan nilai CF dengan mengalikan nilai CF dari pakar dan nilai CF dari user.
4. Perhitungan nilai CF dengan mengkombinasikan nilai CF dari masing premis.
5. Menampilkan hasil perhitungan
6. Selesai

2.2.6 PHP

Hypertext Preprocessor (PHP) adalah bahasa *server-side scripting* yang menyatu dengan HTML untuk membuat halaman web yang dinamis. PHP banyak dipakai untuk pemrograman situs WEB dinamis. Karena PHP merupakan *server-side scripting* maka sintaks dan perintah-perintah PHP akan dieksekusi di server kemudian hasilnya dikirim ke browser dalam format HTML. Dengan demikian kode program yang ditulis dalam PHP tidak akan terlihat oleh user sehingga keamanan halaman web lebih terjamin. PHP dirancang untuk membentuk suatu tampilan berdasarkan permintaan terkini, seperti menampilkan isi basis data ke halaman web (Firman et al., 2016).

2.2.7 MySQL

MySQL (*MY Structure Query Language*) adalah salah satu Basis Data *Management System* (DBMS) dari sekian banyak DBMS seperti Oracle, MS SQL, Postagre SQL, dan lainnya. MySQL berfungsi untuk mengolah Basis Data menggunakan bahasa SQL. MySQL bersifat *open source* sehingga kita bisa menggunakannya secara gratis. MySQL merupakan Basis Data yang paling digemari kalangan programmer web, dengan alasan bahwa program ini merupakan Basis Data yang sangat kuat dan cukup stabil untuk digunakan sebagai media penyimpanan data (Firman et al., 2016).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data yang bersumber dari kantor BPTP kab. Sigi Provinsi Sulawesi Tengah. Bahan penelitian yang akan digunakan adalah hasil studi *literature* yang telah dilakukan menggunakan metode *forward chaining* serta hasil wawancara berupa data gejala-gejala yang berkaitan dengan penyakit tanaman lada.

Tabel 3. 1 Data Penyakit

kode	Nama Penyakit
P1	Penyakit kuning
P2	Penyakit busuk pangkal batang
P3	Penyakit Keriting atau kerdil
P4	Penyakit Jamur Pirang
P5	Penyakit Benang Putih dan Rambut
P6	Penyakit Busuk Akar
P7	Penyakit Jaring Laba – Laba dan Rambut Ekor Kuda
P8	Penyakit <i>Septobasidium sp</i>
P9	Penyakit antraknosa

Tabel 3. 2 Data Gejala

Kode	Nama Gejala
G1	Daun Menguning namun tidak layu
G2	Akar rambut lada rusak
G3	Daun berguguran satu persatu
G4	Daun menguning dan layu
G5	Bercak daun berwarna coklat kelabu
G6	Pangkal batang berlendir dan berwarna hitam
G7	Buahnya kerdil dan tidak berbuah
G8	Pada bagian akar akan terlihat luka nekrosis dan puru
G9	Daun kering berwarna kecoklatan
G10	Akar terlihat lembek dan berwarna merah atau kecoklatan
G11	Tandan buah gugur
G12	Pangkal batang atau akar tanaman hitam
G13	Cabang atau ranting diselimuti jamur berwarna keperakan
G014	Buah berguguran
G15	Adanya lapisan seperti bludru yang berwarna putih
G16	Adanya bercak ditengah maupun ditepi daun
G17	Akar dan batang tanaman lada berwarna hitam

G18	Daun berwarna kuning pucat atau belang – belang
G19	Terdapat rambut yang melilit pada tanaman
G20	Tanaman kekeringan
G21	Tandan buah pendek
G22	Permukaan daun bergelombang
G23	Tumbuh jamur yang berwarna coklat
G24	Patahnya ruas – ruas ranting, cabang sekunder dan cabang primer.
G25	Adanya rizomorf jamur berwarna hitam seperti rambut yang menempel pada ranting, cabang, tangkai daun dan daun
G26	Adanya luka melingkar pada bagian buah
G27	Buah hijau mengalami infeksi secara tersembunyi
G28	Bagian tengah luka berwarna orange atau coklat dan berubah warna hitam.
G29	Daun kusam
G30	Daun berwarna kecoklatan
G31	Daun, batang, ranting dan buah terdapat jamur yang berwarna coklat
G32	Batang , cabang. daun , bunga dan buah muncul benang -benang putih.
G33	Daun menguning dan gugur
G34	Layu Mendadak
G35	Daun transparan
G36	Cabang atau ranting mengering dan mati

G37	Daun berukuran kecil atau keriting
G38	Bagian tunas beruas pendek
G39	Daun berwarna kehitaman
G40	Menyerang bibit pada umur > 2 bulan.

3.1.2 Alat penelitian

Pada penelitian ini alat penelitian yang akan digunakan berupa perangkat lunak dan perangkat keras sebagai berikut :

1. Perangkat Lunak
 - a. Sublime Text
 - b. Apache
 - c. MySQL
 - d. Xampp
2. Perangkat Keras
 - a. Laptop
 - b. Laptop Processor inter Corei5
 - c. RAM 4 GB
 - d. HDD 500 GB

3.2 Desain Penelitian

3.2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif ini untuk memahami dan menganalisis suatu fakta atau peristiwa yang terjadi pada subjek penelitian berdasarkan info dan data yang terjadi dilapangan. Peneliti akan terlibat langsung dengan pakar untuk melakukan observasi dan wawancara untuk mendapatkan informasi tentang penyakit tanaman lada berdasarkan gejala yang ada dan proses pengendalian penyakit pada tanaman lada.

3.2.2 Tipe Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan tipe penelitian wawancara dan observasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui informasi bagaimana gambaran umumnya tentang masalah penyakit pada tanaman lada. Peneliti dengan pakar akan terlibat langsung dengan apa yang akan diteliti. Dengan melakukan proses wawancara dan observasi maka akan memudahkan untuk mendapatkan data yang valid dari seorang pakar mengenai gejala-gejala penyakit pada tanaman lada.

3.3 Objek, Waktu dan lokasi penelitian

Objek pada penelitian ini adalah data berupa gejala penyakit pada tanaman lada dan pengendalian untuk penyakit tersebut. Adapun waktu yang ditargetkan oleh peneliti adalah 8 (delapan) bulan dari pengajuan proposal penelitian ini dimulai pada bulan Februari 2021 sampai bulan Agustus 2022 dan bertempat di Kantor Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kab. Sigi Provinsi Sulawesi Tengah.

3.3.1 Jenis dan sumber data

Jenis data pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya. Sumber data pada penelitian ini diambil dari hasil wawancara dengan bapak Hamka Biolan S.P sebagai seorang pakar ahli tanaman perkebunan yang berada di kantor BPTP (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian) Kab. Sigi Provinsi Sulawesi Tengah.

Data sekunder adalah sumber data yang diperoleh melalui media perantara atau tidak secara langsung. Sumber data sekunder pada penelitian ini diperoleh dari bahan pustaka yang terkait dari jurnal , skripsi dan artikel online.

3.3.2 Teknik Pengumpulan data

Adapun teknik yang digunakan dalam pengumpulan data adalah teknik observasi, wawancara, dan studi literature.

1. Teknik Observasi

Teknik ini merupakan pengumpulan data yang dilakukan dengan pengamatan objek secara langsung. Data yang didapatkan berhubungan dengan kepakaran tentang penyakit tanaman lada , serta cara penanggulangannya untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem.

2. Teknik Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data dengan kegiatan tanya jawab atau wawancara secara langsung untuk memperoleh informasi data dari narasumber. Proses wawancara dilakukan dengan kepala bidang tanaman di Kantor Balai

Pengkajian Teknologi Pertanian kab. Sigi Provinsi Sulawesi Tengah . Hal – hal yang terkait untuk ditanyakan secara langsung yaitu permasalahan tentang penyakit pada tanaman lada .

3. Studi Pustaka

Studi pustaka yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan mengumpulkan sumber – sumber yang tertulis dengan informasi yang berhubungan dengan objek yang akan diteliti melalui sumber dari pengumpulan buku – buku , bahan – bahan tertulis serta referensi yang relevan dengan penelitian yang sedang dilakukan.

3.3.3 Metode analisis data

Dalam pengembangan sistem pakar digunakan pendekatan dengan menggunakan metode UML (*unified Modelling Language*) yaitu suatu metode permodelan secara visual yang berfungsi sebagai sarana perancangan sistem berorientasi objek. Adapun jenis UML yang digunakan yaitu *Use case Diagram* , *Class Diagram*, *Sequence Diagram* dan *Activity Diagram*. Selain jenis UML tersebut, penulis juga menggunakan *Context Diagram* dan *Data Flow Diagram* (DFD). Pada *diagram konteks* ini terdiri dari suatu proses dan menggambarkan ruang lingkup suatu sistem. *Diagram konteks* merupakan level tertinggi dari DFD yang menggambarkan seluruh *input* ke sistem atau *output* dari sistem. Ia akan memberi gambaran tentang keseluruhan sistem.

3.4 Metode pengembangan sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam metode sistem ini adalah metode *Waterfall model*. Dalam pengembangannya metode waterfall memiliki beberapa tahapan yang berurut yaitu *requirement analysis and definition, system and software design, implementation and unit testing, integration and system testing, and operation and maintenance*.

Tahapan tahapan dari metode waterfall adalah sebagai berikut :

1. *Requirements Analysis and Definisation*

Pada tahap ini , penulis mengumpulkan kebutuhan secara lengkap kemudian dianalisis dan didefinisikan kebutuhan yang harus dipenuhi oleh *software* yang akan dibangun.

Data yang dikumpulkan adalah data- data mengenai hama dan penyakit tanaman lada , penyebab terjadinya hama dan penyakit tanaman lada serta solusi atau cara untuk menangani hama dan penyakit tersebut. Data yang telah dikumpulkan akan dianalisis sesuai kebutuhan dalam melakukan perancangan sistem pakar.

2. *System and Software Design*

Pada tahap ini, penulis melakukan pencarian kebutuhan *software* untuk mengetahui sifat program yang akan dibuat. Data yang telah dianalisis akan digunakan dalam perancangan alur kerja sistem berdasarkan yang telah ditentukan penulis sehingga sistem pakar akan menghasilkan *output* yang sesuai .

3. *Implementastion and Unit Testing*

Pada tahap ini, desain program akan diterjemahkan ke dalam kode kode dengan menggunakan bahasa pemrograman yang telah ditentukan. program yang akan dibuat langsung, setiap unit akan diuji apakah sudah memenuhi spesifikasinya.

4. *Integration and System Testing*

Pada tahap ini, sistem pakar yang telah dibuat akan dilakukan uji coba sebagai satu sistem yang utuh untuk memastikan sistem sudah memenuhi persyaratan yang ada. Uji coba ini digunakan untuk mencari satu kesimpulan dari sekian banyak kesimpulan dengan menelusuri kaidah-kaidah/fakta yang mendukung kesimpulan tersebut sehingga dapat dihasilkan suatu masalah yang dicari dengan solusi untuk menangani masalah tersebut.

5. *Operation & Maintenance*

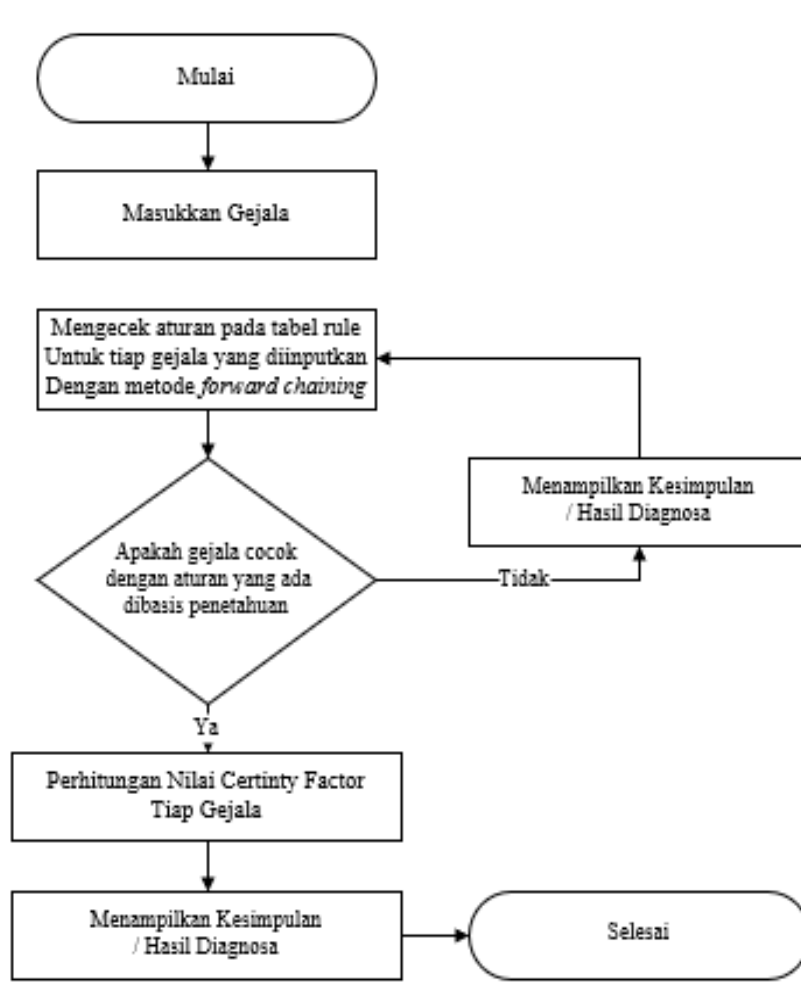
Pada tahap ini, sistem pakar yang telah dibuat diuji coba semua fungsi – fungsinya. Dan pemeliharaan suatu sistem pakar ini diperlukan , termasuk didalamnya adalah memperbaiki kesalahan yang tidak ditemukan pada langkah sebelumnya. Dalam tahap ini juga dilakukan pengembangan sistem seperti penambahan fitur dan fungsi baru.

3.5 Tahapan dan diagram alir penelitian

Pada tahapan dan diagram alir peneletian ini merupakan bagan alir yang dibuat untuk mengetahui tahapan – tahapan penyelesaian masalah secara singkat sesuai dengan prosedurnya yang dibuat.

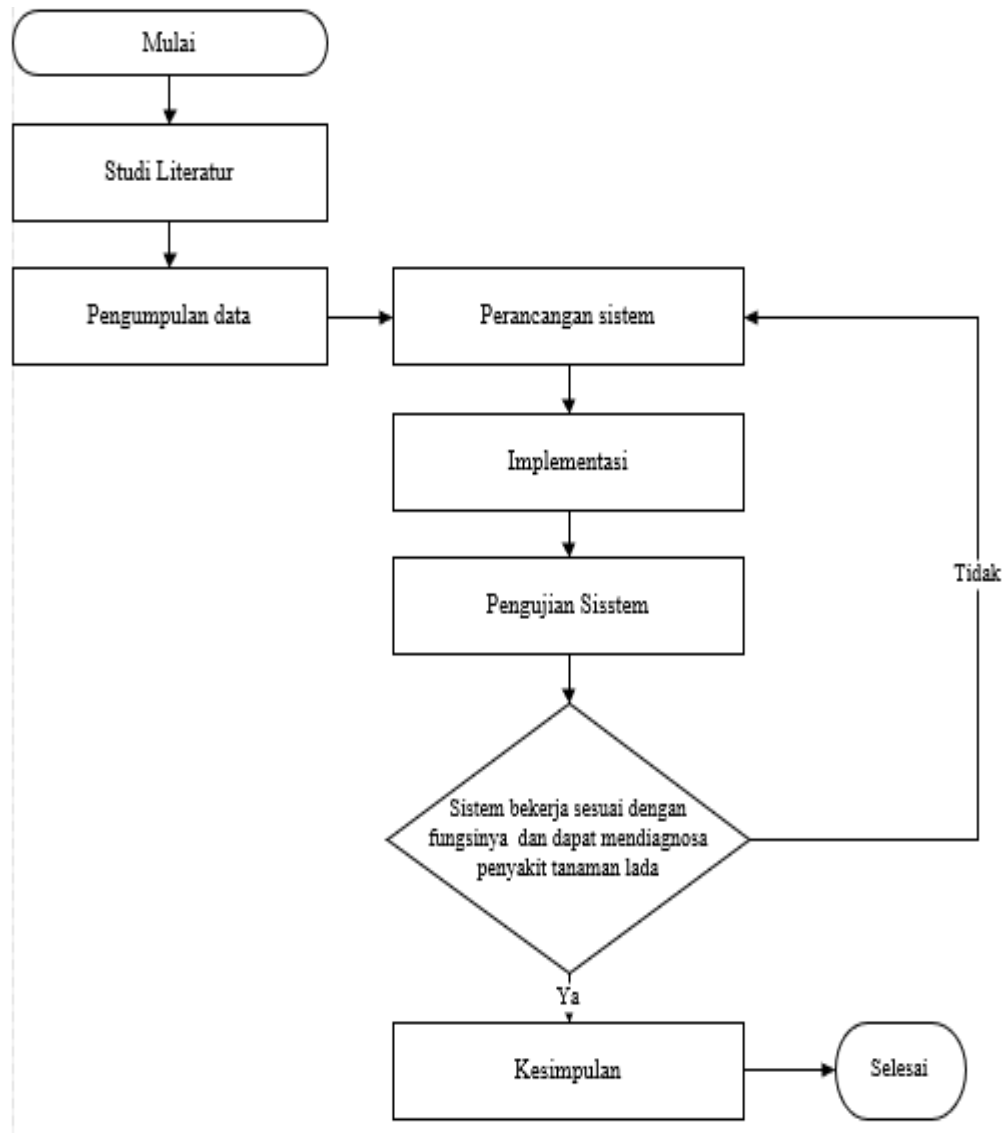
Adapun pada tahap ini dilakukan pembuatan desain dan kode program dalam membangun sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman lada .

Adapun *flowchart* Algoritma yang digunakan sebagai berikut :



Gambar 3. 1 *Flowchart* Algoritma Sistem pakar

Proses penelitian sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman lada akan dilakukan seperti pada gambar 3.1 dibawah ini .



Gambar 3. 2 Tahapan dan diagram alir penelitian

Adapun tahapan penelitian ini adalah :

1. Studi literatur

Studi literatur adalah mencari referensi teori yang relevan dengan metode yang digunakan yang bersumber dari teks – teks tertulis baik cetak maupun secara online yang berhubungan dengan penelitian ini.

2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini, data penelitian ini dikumpulkan menggunakan teknik observasi, wawancara, studi pustaka. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data primer pada penelitian ini yaitu berupa gejala-gejala penyakit tanaman lada serta cara pengendalian untuk menangani penyakit tersebut. Data sekunder pada penelitian ini berupa jurnal dan artikel yang berkaitan dengan sistem pakar diagnosa penyakit tanaman lada.

3. Perancangan Perangkat Lunak

Pada tahap ini, tahapan yang dilakukan dengan desain arsitektur dan antarmuka sistem. Data yang telah dianalisis akan digunakan dalam perancangan alur kerja sistem berdasarkan yang telah ditentukan penulis sehingga sistem pakar akan menghasilkan *output* yang sesuai.

4. Implementasi

Pada tahap ini dilakukan dengan cara membangun sistem pakar berdasarkan perancangan sistem yang telah dibuat dengan mengimplementasikannya pada kode-kode program.

5. Pengujian Perangkat Lunak

Pada tahap ini, sistem pakar yang telah dibuat akan dilakukan uji coba sebagai satu sistem yang utuh untuk memastikan sistem sudah memenuhi persyaratan yang ada.

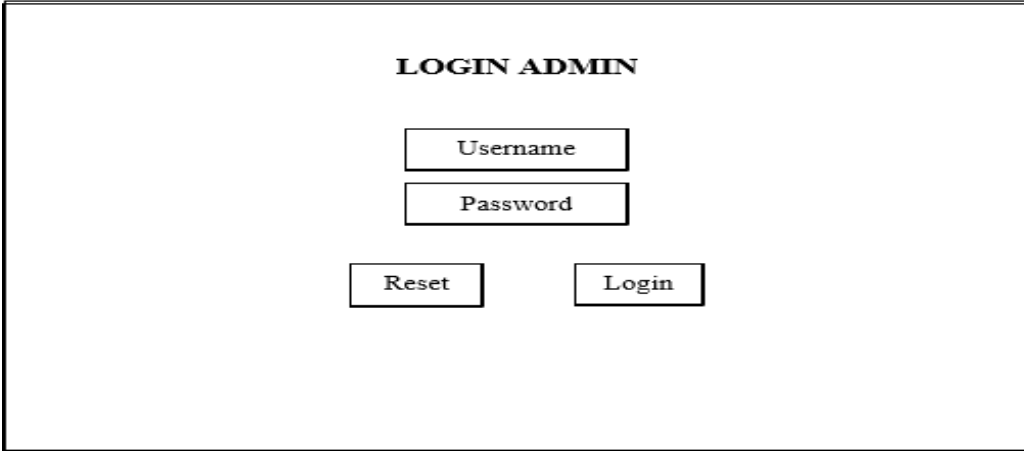
6. Penarikan Kesimpulan

Pada tahap ini dapat dilakukan setelah melakukan tahap pengujian sistem. Penarikan kesimpulan bertujuan untuk memberikan informasi apakah sistem yang dirancang sesuai dengan tujuan penelitian yang telah dipaparkan.

3.6 Rancangan desain sistem

1. Form halaman *login*

Pada halaman form login ini digunakan untuk memasukan *user name* dan *password* yang bertujuan untuk keamanan sistem. Bentuk form *login* ini dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini :



The image shows a login form titled "LOGIN ADMIN". It features two input fields, "Username" and "Password", stacked vertically. Below the "Password" field are two buttons, "Reset" and "Login", positioned side-by-side. The entire form is enclosed in a rectangular border.

Gambar 3. 3 Halaman *Login*

2. Form halaman utama

Pada halaman utama ini merupakan halaman utama dari sistem pakar diagnosa penyakit dan hama tanaman lada. Halaman utama ini terdapat beberapa menu navigasi yaitu menu data gejala, diagnosa penyakit dan solusi yang dapat

diakses oleh pengguna. *Form* halaman utama dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini :

Gambar 3. 4 Halaman Utama

3. Form Data Penyakit

Pada halaman data penyakit user dapat melihat daftar data penyakit dan setelah mengklik satu jenis penyakit maka akan muncul tampilan detail data penyakit berupa penjelasan, gejala dan pengendaliannya. Tampilan form penyakit dan detail penyakit dapat dilihat pada gambar 3.4 dan gambar 3.5. dibawah ini :

Gambar 3. 5 Data Penyakit

4. Form Data Gejala

Pada form ini berfungsi untuk menampilkan daftar gejala, pengguna dapat melihat daftar gejala dan dapat dilakukan pencarian terhadap gejala yang akan dicari. Tampilan form data gejala dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini:

DATA GEJALA			
		TAMBAH	CARI
KODE	GEJALA	AKSI	
		Edit	
		Hapus	

Gambar 3. 6 Data Gejala

5. Form Diagnosa

Form ini akan menampilkan tampilan dari bagian diagnosa untuk menentukan beberapa pertanyaan mengenai gejala penyakit, kemudian jawaban akan di simpan untuk di proses untuk mendapatkan hasil diagnosa. Tampilan form diagnosa dapat di lihat pada gambar 3.6. dibawah ini :

KODE	GEJALA	PILIH KONDISI
		<input type="checkbox"/> Sangat Yakin
		<input type="checkbox"/> Yakin
		<input type="checkbox"/> Cukup yakin
		<input type="checkbox"/> Kurang Yakin
		Hasil Diagnosa

Gambar 3. 7 Form Diagnosa

6. Form Tentang

Form ini menampilkan informasi dari aplikasi system pakar. Form tentang dapat dilihat pada gambar 3.8. dibawah ini :

TENTANG
Info aplikasi

Gambar 3. 8 Form Tentang

3.7 Pengujian perangkat lunak

Pada tahap ini dilakukan pengujian perangkat lunak untuk memastikan perangkat yang dibuat sudah berjalan dengan baik dan dapat memberikan informasi yang akurat. Semua fungsi-fungsi *software* yang telah dibuat harus diuji coba secara menyeluruh, untuk memastikan tidak adanya *bug* atau *error* pada *software*, sehingga *software* sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian yang dilakukan penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Pengujian fungsional

Pada tahap ini, pengujian fungsional menggunakan metode *Blackbox*. *Blackbox testing* adalah pengujian yang dilakukan hanya mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsional dari perangkat lunak. Dalam hal ini, pengujian *blackbox* mengevaluasi hanya dari tampilan luarnya (*interfacenya*), fungsionalitasnya. Tanpa mengetahui apa sesungguhnya yang terjadi dalam proses detailnya (hanya mengetahui *input* dan *output*).

2. Pengujian Akurasi

Pada tahap ini, Pengujian akurasi bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dari sistem pakar yang dibangun. Pengujian akurasi dilakukan dengan cara mencocokkan dari beberapa kasus yang di cocokkan dari seorang pakar.

BAB IV

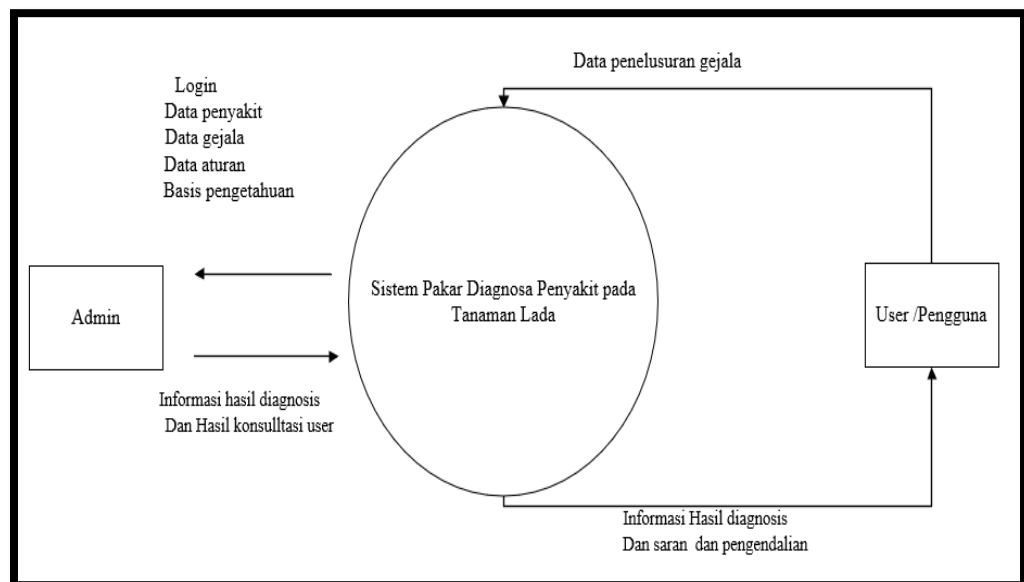
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil penelitian

4.1.1 Analisis Sistem

1. Diagram konteks

Menurut (Santoso & Nurmalina, 2017) Diagram konteks adalah diagram yang terdiri dari suatu proses dan menggambarkan ruang lingkup suatu sistem. Diagram konteks merupakan level tertinggi dari DFD yang menggambarkan seluruh input ke output dari sistem yang memberikan gambaran tentang keseluruhan sistem. Diagram konteks dari sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman lada dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4. 1 Diagram Konteks

a. *Admin*

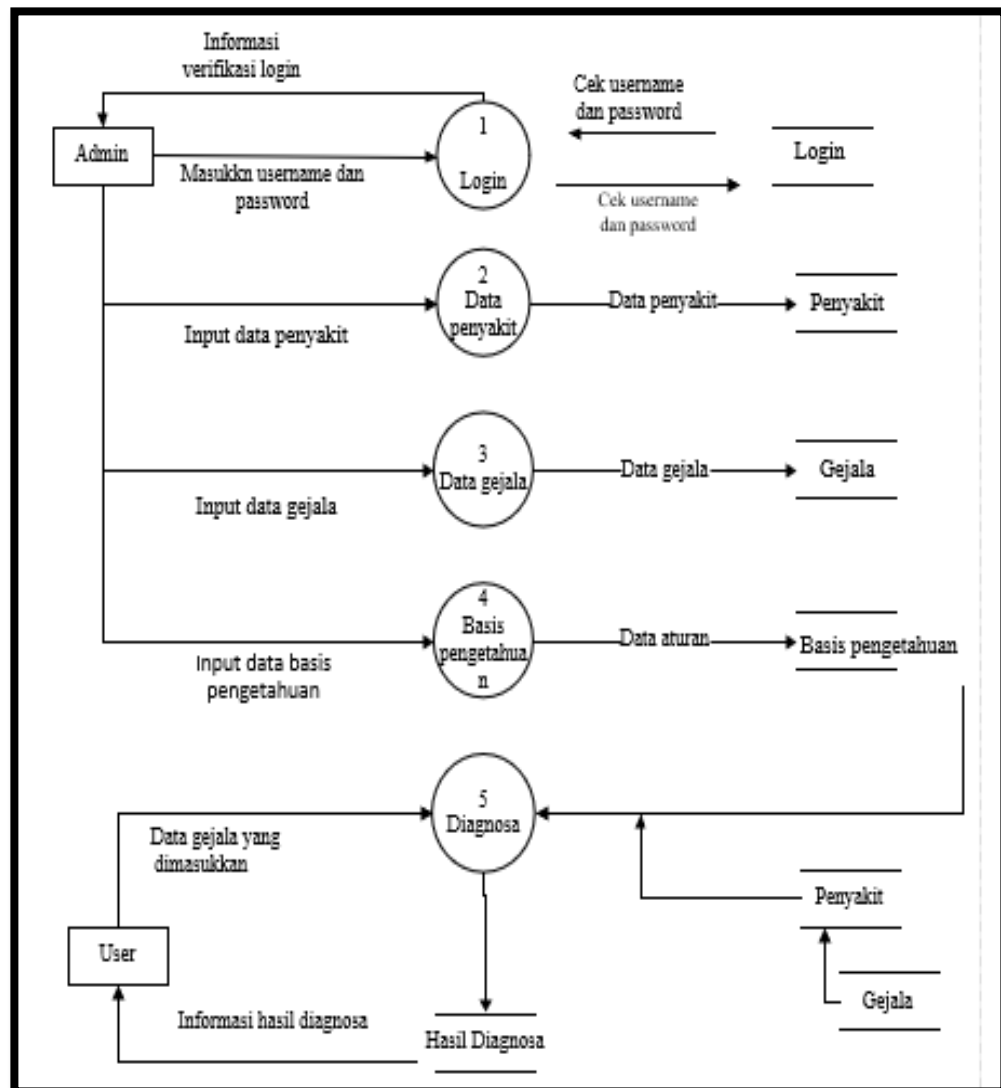
Pada sistem ini, admin memasukkan dan mengakses data berupa data penyakit, data gejala, dan data basis pengetahuan CF. Data ini digunakan untuk melakukan konsultasi penyakit pada tanaman lada berdasarkan data gejala dengan menggunakan nilai tingkat kepastian dari seorang pakar .

b. *User*

User dapat diartikan sebagai pengguna yang dapat mendeteksi berupa gejala – gejala yang dialami pada tanaman lada, sehingga dapat diketahui gejala – gejalanya. Dan pada sistem ini akan memberikan hasil diagnosa penyakit berdasarkan dari tingkat kepastian dari seorang pakar.

2. *DFD (Data Flow Diagram)*

Menurut (Santoso & Nurmalina, 2017) DFD adalah alat pembuatan model yang memungkinkan dibentuk suatu sistem profesional untuk menggambarkan sistem sebagai suatu jaringan proses fungsional yang dihubungkan satu sama lain dengan alur data, baik secara manual atau terkomputerisasi.



Gambar 4. 2 *Data Flow Diagram*

Keterangan gambar 4.2 dapat dilihat poin- poin penjelasan dibawah ini :

a. *Login*

Proses *login* dilakukan oleh admin, dengan memasukkan *username* dan *password*

b. *Proses Input Data Penyakit*

Proses ini dilakukan oleh admin untuk memasukkan dan menyimpan dan penyakit.

c. *Proses Input Data Gejala*

Proses ini dilakukan oleh admin untuk memasukkan dan menyimpan data berupa data gejala penyakit.

d. *Proses Input Data Basis Pengetahuan*

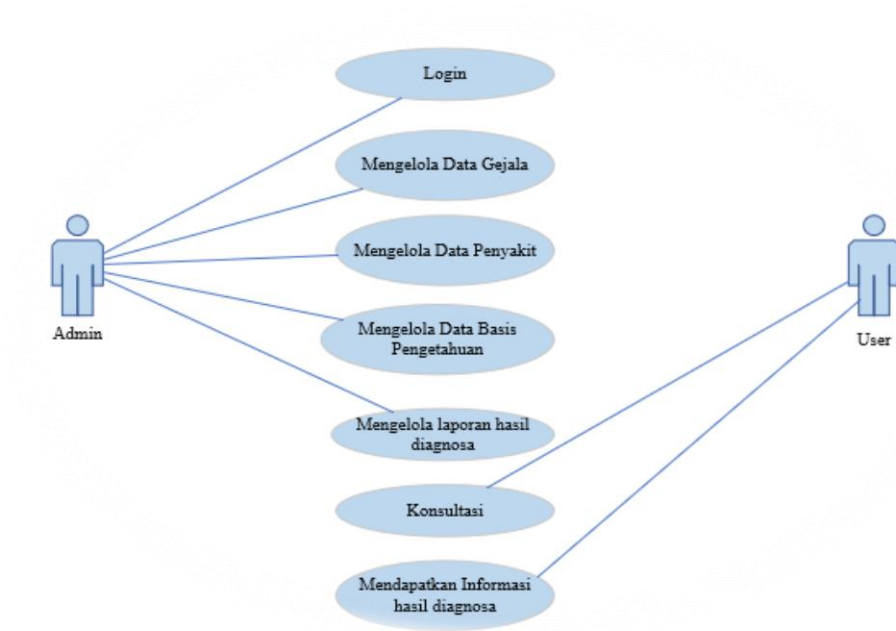
Proses ini dilakukan oleh admin dengan memasukkan data pengetahuan berupa nama penyakit, nama gejala dan nilai CF dan menyimpan data basis pengetahuan.

e. *Proses Data Diagnosis*

Pada proses ini, *user* atau pengguna dapat memilih gejala untuk menentukan tingkat kepercayaan user terhadap gejala yang diketahui sebelumnya, kemudian data tersebut akan diolah sehingga menghasilkan hasil keputusan akhir berupa diagnosis.

3. *Use Case Diagram*

Menurut (Husain et al., 2017) *Use case diagram* merupakan sebuah teknik yang digunakan dalam pengembangan sebuah *software* atau sistem informasi untuk menangkap kebutuhan fungsional dari sistem yang bersangkutan. Secara kasar, *use case* digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada di dalam sebuah sistem informasi dan siapa saja yang berhak menggunakan fungsi-fungsi itu. Skema *use case diagram* sistem pakar diagnosa hama dan penyakit tanaman padi dapat dilihat pada gambar 4.3 dibawah ini :



Gambar 4. 3 *Use Case Diagram*

Keterangan gambar 4.3 dapat dilihat poin – poin penjelasan dibawah ini :

a. *Admin*

- *Login*

Admin melakukan login dengan memasukkan *username* dan *password*.

- Mengelola data gejala

Pada proses ini berfungsi untuk mengolah data dengan menambah .mengubah dan menghapus data gejala berdasarkan basis pengetahuan dari pakar.

- Mengelola data penyakit

Pada proses ini berfungsi untuk mengolah data dengan menambah, mengubah dan menghapus data gejala berdasarkan basis pengetahuan dari pakar .

- Mengelola data basis pengetahuan

Pada proses ini berfungsi sebagai tahap proses pengelolaan data gejala dan data penyakit serta solusi tindakan pengendalian terhadap penyakit pada tanaman lada.

- Mengelola laporan hasil diagnosa

Pada proses ini berfungsi untuk mengelola laporan hasil diagnosa berdasarkan data gejala – gejala yang masukkan dengan menghasilkan hasil akhir diagnosa yang dialami.

b. *User*

- Konsultasi

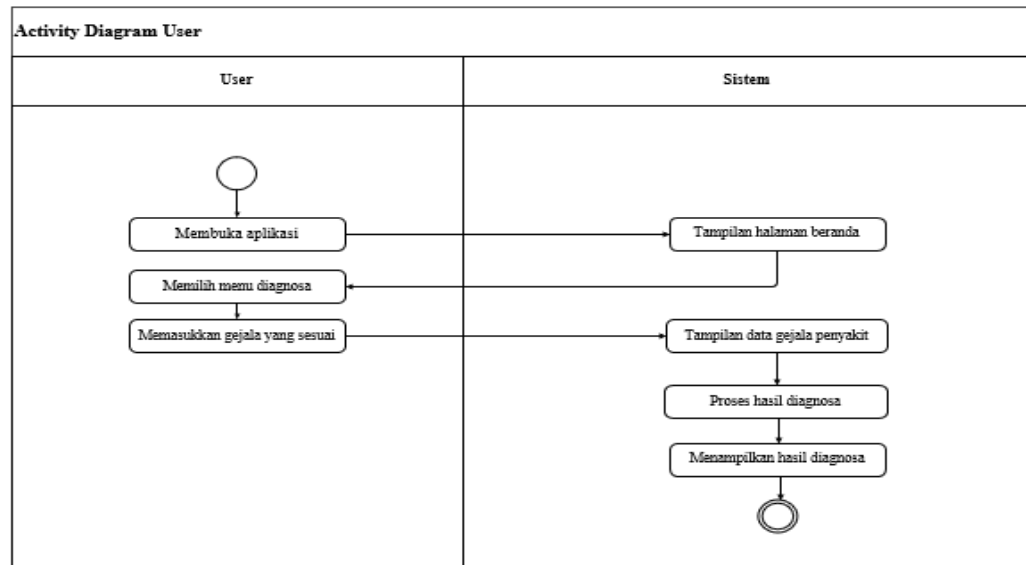
Pada proses ini user / pengguna akan melakukan diagnosa dengan memasukkan data gejala penyakit yang sesuai dengan gejala yang dialami dilapangan.

- Informasi hasil diagnosa

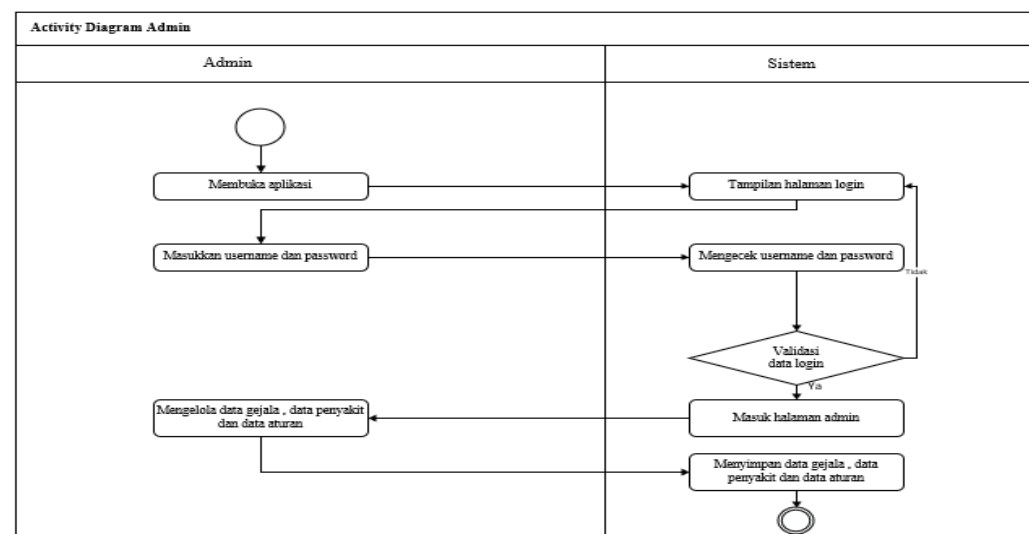
Pada proses ini akan mendapatkan informasi diagnosa jenis penyakit apa yang dialami serta solusi cara penanggulangannya berdasarkan gejala yang telah dipilih pada penyakit tanaman lada.

4. Activity Diagram

Menurut (Waikabo & Rosyadi, 2019) *Activity diagram* adalah sesuatu yang menggambarkan aktifitas – aktifitas, objek, *state*, transisi *state* dan *event*. Dengan kata lain kegiatan diagram alur kerja menggambarkan perilaku sistem untuk aktivitas.



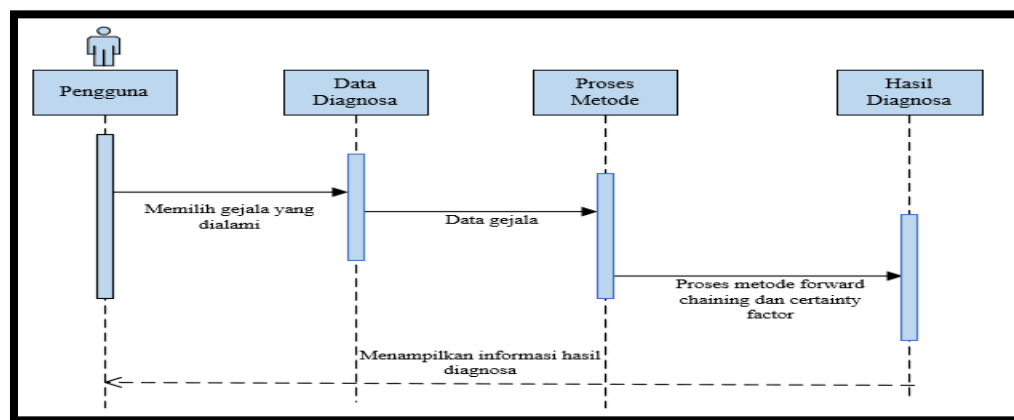
Gambar 4. 4 Activity Diagram user



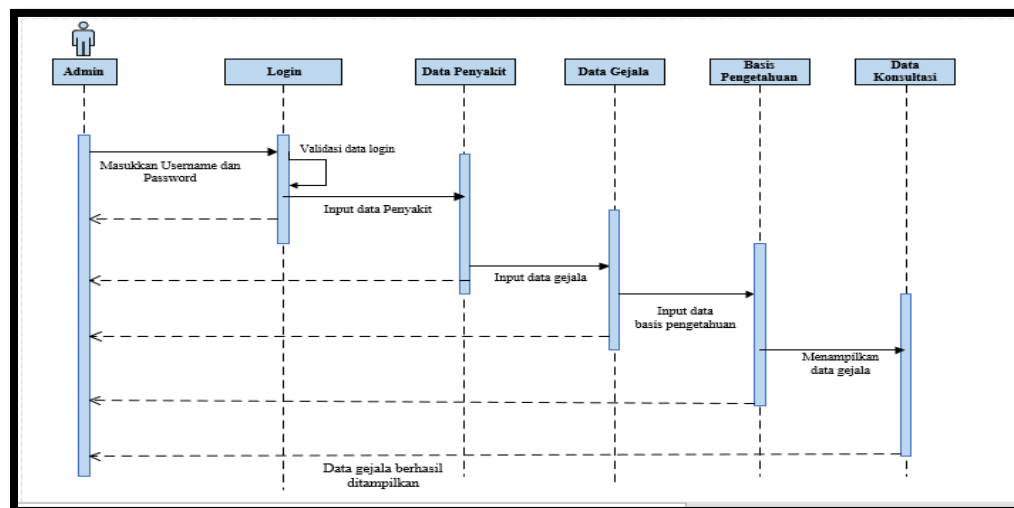
Gambar 4. 5 Activity Diagram Admin

5. Sequence Diagram

Menurut (Rinaldi, 2019) *Sequence diagram* adalah sesuatu yang menggambarkan interaksi antar objek di dalam dan disekitar sistem. *Sequence diagram* biasa digunakan untuk menggambarkan skenario atau rangkaian langkah – langkah yang dilakukan sebagai respon dari sebuah *event* untuk menghasilkan *output* tertentu.



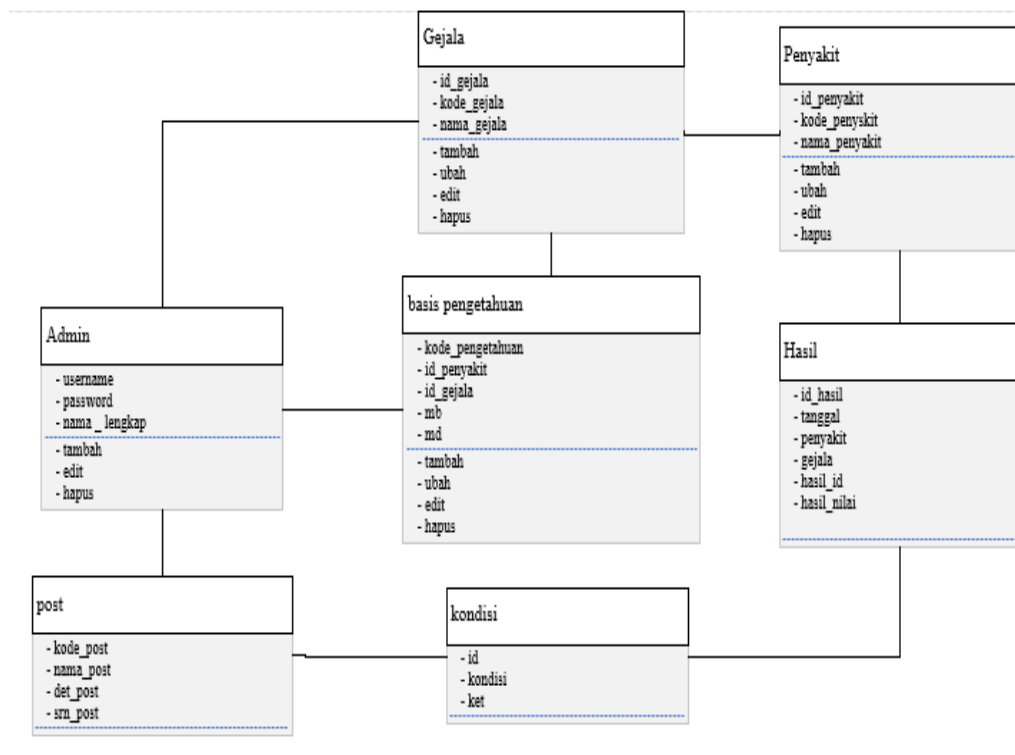
Gambar 4. 6 *Sequence Diagram* Pengguna



Gambar 4. 7 *Sequence Diagram* Admin

6. Class Diagram

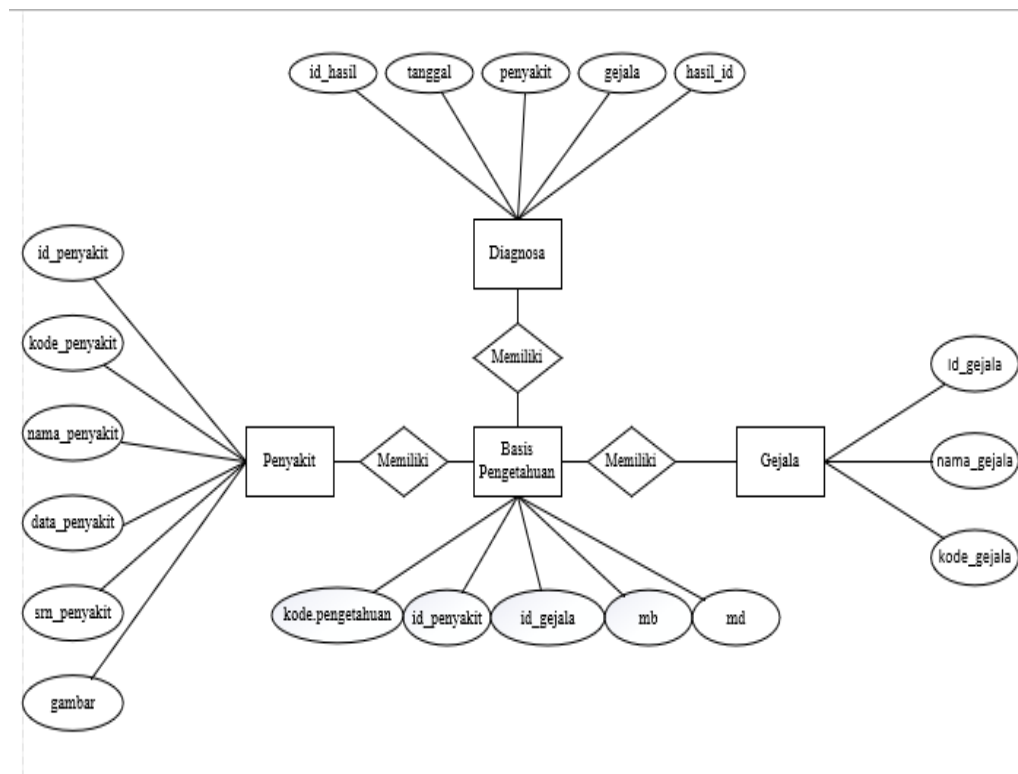
Menurut (Rinaldi, 2019) *Class diagram* adalah sebuah spesifikasi yang jika diinstansiasi akan menghasilkan sebuah objek dan merupakan inti dari pengembangan dan desain berorientasi objek. *Class diagram* menggambarkan keadaan (atribut / properti) suatu sistem, sekaligus menawarkan layanan untuk memanipulasi keadaan tersebut (metoda/fungsi). *Class diagram* menggambarkan struktur dan deskripsi *class*, *package* dan objek beserta hubungan satu sama lain seperti *containment*, pewarisan, asosiasi.



Gambar 4. 8 Class Diagram

7. ERD (*Entity Relationship Diagram*)

Menurut (Santoso & Nurmalina, 2017) *Entity Relationship Diagram* adalah suatu bentuk diagram yang menjelaskan hubungan antar objek- objek data yang mempunyai hubungan antar relasi untuk menyusun struktur data gambar atau diagram yang menunjukkan informasi dibuat, disimpan, dan digunakan dalam sistem bisnis. Proses pembuatan database digunakan untuk menentukan isi data yang dibutuhkan untuk mendukung rancangan sistem. Keterkaitan dan hubungan antar entitas digambarkan melalui *Entity Relational Diagram* (ERD) seperti terlihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 4. 9 ERD (*Entity Relationship Diagram*)

4.1.2 Implementasi Sistem

1. Implementasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Implementasi perangkat keras untuk sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman lada menggunakan laptop dengan spesifikasi *Acer Aspire E14. Intel Celeron N2830 (2.16 GHz, Dual Core)*, 4G DDR4 *memory*, Monitor dengan resolusi layar 1366 x 768 *pixels* dan sistem operasi *windows 10 – 64 bit*. Dikarenakan aplikasi ini berbasis web maka aplikasi ini juga dapat digunakan pada semua jenis laptop yang memiliki *Google Chrome* atau *Mozilla Firefox* dengan versi terbaru pada saat ini.

2. Implementasi Basis Data

MySQL digunakan sebagai basis data dalam implementasi sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman lada. Adapun tabel dalam sistem pakar ini sebagai berikut :

c. Tabel Admin

Tabel admin digunakan untuk menyimpan data pengguna. Adapun tabel admin dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut :

Tabel 4. 1 Tabel admin

Field	Type	Length/values	Index
username	Varchar	20	PRIMARY KEY
password	Varchar	32	-
nama_lengkap	Varchar	30	-

d. Tabel Diagnosa

Tabel diagnosa digunakan untuk menyimpan data yang berupa nama penyakit, gejala , dan hasil diagnosa berdasarkan gejala – gejala yang pilih.

Adapun tabel diagnosa dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Tabel Diagnosa

Field	Type	Length/values	Index
id_hasil	int	11	PRIMARY KEY
tanggal	varchar	50	-
penyakit	text	-	-
gejala	text	-	-
hasil_id	int	11	-
hasil_nilai	varchar	16	-

e. Tabel Gejala

Tabel gejala digunakan untuk menyimpan data gejala penyakit tanaman lada. Adapun tabel gejala dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4. 3 Tabel Gejala

Field	Type	Length/values	Index
id_gejala	int	11	PRIMARY KEY

kode_gejala	varchar	5	-
nama_gejala	varchar	200	-

f. Tabel Jenis Penyakit

Tabel jenis penyakit digunakan untuk menyimpan data penyakit pada tanaman lada. Adapun tabel jenis penyakit dapat dilihat pada tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Tabel Jenis Penyakit

Field	Tipe	Length/values	Index
Id_penyakit	int	11	PRIMARY KEY
kode_penyakit	varchar	5	-
nama_penyakit	varchar	50	-
det_penyakit	varchar	1000	-
srn_penyakit	varchar	1000	-
gambar	varchar	500	-

g. Tabel basis pengetahuan

Tabel basis pengetahuan ini digunakan untuk meyimpan data penyakit dan gejala penyakit yang dialami. Adapun tabel basis pengetahuan dapat dilihat pada tabel 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Tabel Basis Pengetahuan

Field	Tipe	Length/values	Index
kode_pengetahuan	int	11	PRIMARY KEY
id_penyakit	int	11	-
id_gejala	int	11	-
mb	double	11,1	-
md	double	11,1	-

h. Tabel post

Pada tabel post ini digunakan untuk menyimpan dan menampilkan data penyakit, gejala yang didalamnya berisi tentang pencegahan, pengendalian, dan tindakan. Adapun tabel post dapat dilihat pada tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4. 6 Tabel Post

Field	Tipe	Length/values	Index
kode_post	int	11	PRIMARY KEY
nama_post	varchar	50	-
det_post	varchar	15000	-
srn_post	varchar	15000	-

gambar	varchar	500	-
--------	---------	-----	---

3. Implementasi Perangkat Lunak

a. Form *Login*

Pada form ini merupakan tampilan halaman login. Form ini digunakan oleh admin untuk memasukan *username* dan *password* untuk mengelola data sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman lada. Adapun tampilam form dapat dilihat pada gambar 4.8 sebagai berikut :

Gambar 4. 10 Form *Login*

b. Form Halaman Utama

Pada form ini merupakan bagian beranda yang berisi kumpulan dari menu – menu yang dapat dikelola oleh admin. Adapun tampilan form dapat dilihat pada gambar 4.9 sebagai berikut :



Gambar 4. 11 Form Halaman Utama

c. Form Halaman Data Penyakit

Pada form ini berfungsi untuk memasukan data penyakit. Adapun tampilan form dapat dilihat pada gambar 4.10 sebagai berikut :

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Detail Penyakit	Saran Penyakit	Aksi
P1	Penyakit Kuning	Penyakit Kuning pada tanaman lada dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kekurangan unsur hara, stres air, atau infeksi oleh virus atau jamur. Gejalanya dapat ditandai dengan...	Untuk mengatasi penyakit kuning pada tanaman lada, beberapa hal yang dapat dilakukan antara lain: memastikan bahwa tanaman mendapatkan cukup unsur hara dan air, menjaga kebersihan alat-alat pertanian dan area tanam, memberikan jarak tanam yang cukup, dan memastikan bahwa media tanam yang digunakan sudah bersih dari patogen. Penggunaan varietas tanaman...	Ubah Hapus

Gambar 4. 12 Form Halaman Data Penyakit

d. Form Data Gejala

Pada form ini berfungsi untuk mengelolah data gejala. Adapun tampilan form dapat dilihat pada gambar 4.11 sebagai berikut :

Kode Gejala	Nama Gejala	Aksi
G1	Daun Menguning namun tidak layu	Ubah Hapus
G2	Akar rambut lada rusak	Ubah Hapus
G3	Daun berguguran satu persatu	Ubah Hapus
G4	Daun menguning dan layu	Ubah Hapus

Gambar 4. 13 Form Data Gejala

e. Form Diagnosa

Pada form ini berfungsi untuk melihat dan mengelola data penyakit yang tersimpan di *database*. Adapun tampilan form dapat dilihat pada gambar 4.12 sebagai berikut :



Diagnosa Penyakit

Perhatian !
Silahkan memilih gejala sesuai dengan kondisi tanaman lada anda, anda dapat memilih kepastian kondisi tanaman lada dari **pasti tidak** sampai **pasti ya**, jika sudah tekan tombol proses (🔍) di bawah untuk melihat hasil.

No	Kode	Gejala	Pilih Kondisi
1	G1	Daun Menguning namun tidak layu	Pilih jika sesuai
2	G2	Akar rambut lada rusak	Pilih jika sesuai
3	G3	Daun berguguran satu persatu	Pilih jika sesuai
4	G4	Daun menguning dan layu	Pilih jika sesuai
5	G5	Bercak daun berwarna coklat kelabu	Pilih jika sesuai

Gambar 4. 14 Form Diagnosa

f. Form Hasil Diagnosa

Pada form ini berfungsi untuk menampilkan hasil akhir dari diagnosa penyakit pada tanaman lada yang sesuai dengan data yang telah diinput oleh user. Adapun tampilan form dapat dilihat pada gambar 4.13 sebagai berikut :



Hasil Diagnosis Cetak

No	Kode	Gejala yang dialami (keluhan)	Pilihan
1	G11	Tandan buah gugur	Hampir pasti ya
2	G14	Buah berguguran	Pasti ya
3	G20	Tanaman kekeringan	Pasti ya
4	G23	Tumbuh jamur yang berwarna coklat	Kemungkinan besar ya
5	G30	Daun berwarna kecoklatan	Pasti ya

Hasil Diagnosa

Jenis penyakit yang diderita adalah



Gambar 4. 15 Form Hasil Diagnosa

g. Form Riwayat Konsultasi

Pada form ini berfungsi untuk menampilkan data hasil konsultasi petani. Form ini berisi jawaban-jawaban hasil konsultasi, saran dan kesimpulan. Adapun tampilan form dapat dilihat pada gambar 4.14 sebagai berikut :



Gambar 4. 16 Form Riwayat Konsultasi

h. Form tentang

Pada form tentang berisi informasi mengenai aplikasi tersebut, seperti nama aplikasi, versi, pembuat, dan kredit untuk sumber daya yang digunakan. Tujuannya adalah untuk memberikan pengenalan dan informasi mengenai aplikasi kepada pengguna. Adapun tampilan form dapat dilihat pada gambar 4. 15 sebagai berikut :



Gambar 4. 17 Form Tentang

4.1.3 Pengujian Sistem

Setelah pembuatan aplikasi telah selesai, maka dilakukan pengujian terhadap aplikasi. Jenis pengujian yang dilakukan ada 2 yaitu pengujian *black box* dan pengujian akurasi.

1. Pengujian *Black Box*

Black box testing adalah pengujian yang dilakukan hanya mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsional dari perangkat lunak. Dalam hal ini, pengujian blackbox mengevaluasi hanya dari tampilan luarnya (*interfacenya*), fungsionalitasnya. Tanpa mengetahui apa sesungguhnya yang terjadi dalam proses detailnya (hanya mengetahui *input* dan *output*). Pengujian ini dilakukan agar dapat mengetahui apakah semua fungsi sistem dapat berjalan dengan baik atau tidak. Hasil pengujian sistem dapat dilihat sebagai berikut :

a. Pengujian *Login*Tabel 4. 7 Pengujian *Login*

No	Fungsi Yang Di uji	Hasil Yang Di Harapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	<i>Login</i>	Saat mengosongkan <i>username</i> dan <i>password</i> akan menampilkan pesan “ <i>username</i> dan <i>password</i> harus di isi”	Sistem dapat menampilkan pesan “ <i>username</i> dan <i>password</i> harus di isi”	Berhasil
		Saat mengosongkan <i>username</i> akan menampilkan pesan “ <i>username</i> harus di isi”	Sistem dapat menampilkan pesan “ <i>username</i> harus di isi”	Berhasil

		<p>Saat mengosongkan <i>password</i> akan menampilkan pesan “<i>password</i> harus di isi”</p>	<p>Sistem dapat menampilkan pesan “<i>password</i> harus di isi”</p>	Berhasil
		<p>Saat mengisi <i>username</i> dan <i>password</i> salah akan menampilkan pesan “<i>username</i> dan <i>password</i> salah”</p>	<p>Sistem dapat menampilkan pesan “<i>username</i> dan <i>password</i> salah”</p>	Berhasil
		<p>Saat mengisi <i>username</i> dan <i>password</i> benar maka akan sistem akan masuk pada menu utama</p>	<p>Sistem dapat masuk pada menu utama</p>	Berhasil

Berdasarkan tabel diatas, maka dapat disimpulkan bahwa proses login pada sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman lada dapat berfungsi dengan baik. Proses ini bertujuan untuk mengautentifikasi admin agar dapat mempermudah untuk memasukkan *username* dan *password* yang benar untuk mengakses menu yang sudah tersedia dalam sebuah sistem yang telah dibuat dengan baik.

b. Pengujian Data Gejala

Tabel 4. 8 Pengujian Data Gejala

No	Fungsi Yang Di Uji	Hasil Yang Di Harapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Tambah	Sistem diharapkan mampu menambahkan jenis gejala penyakit tanaman lada	Sistem dapat menambahkan jenis gejala penyakit tanaman lada	Berhasil
2.	Edit	Sistem ini diharapkan mampu mengedit jenis	Sistem dapat mengedit jenis gejala	Berhasil

		gejala penyakit tanaman lada	penyakit tanaman lada	
3.	Hapus	Sistem ini diharapkan mampu menghapus jenis data gejala penyakit tanaman lada	Sistem ini dapat menghapus jenis gejala penyakit tanaman lada	Berhasil
4.	<i>Search</i> (cari)	Sistem ini diharapkan mampu mencari data yang diinginkan	Sistem ini dapat mencari data yang diinginkan	Berhasil

c. Pengujian Data penyakit

Tabel 4. 9 Pengujian Data Penyakit

No	Fungsi Yang Di Uji	Hasil Yang Di Harapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan

1.	Tambah	Sistem ini diharapkan mampu menambahkan jenis data penyakit tanaman lada	Sistem dapat menambahkan jenis penyakit tanaman lada	Berhasil
2.	Edit	Sistem ini diharapkan mampu mengedit jenis penyakit tanaman lada	Sistem dapat mengedit data jenis penyakit tanaman lada	Berhasil
3.	Hapus	Sistem ini diharapkan mampu menghapus data jenis penyakit tanaman lada	Sistem dapat menghapus data jenis penyakit tanaman lada	
4.	<i>Search</i> (cari)	Sistem ini diharapkan mampu mencari data	Sistem ini dapat mencari	Berhasil

		penyakit yang di inginkan	data penyakit yang di inginkan	
--	--	------------------------------	--------------------------------------	--

d. Pengujian Riwayat Konsultasi

Tabel 4. 10 Riwayat Konsultasi

No	Fungsi Yang Di Uji	Hasil Yang Di Harapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Hapus	Sistem di harapkan mampu menghapus hasil konsultasi pengguna	Sistem ini dapat menghapus hasil konsultasi pengguna	Berhasil
2.	Search (cari)	Sistem ini mampu mencari data yang diinginkan	Sistem ini dapat mencari data yang diinginkan	Berhasil

3.	Cetak	Sistem ini di harapkan mampu mencetak hasil konsultasi pengguna	Sistem ini dapat mencetak hasil konsultasi dari pengguna	Berhasil
----	-------	--	--	----------

e. Pengujian *logout*

Tabel 4. 11 Tabel Pengujian *Logout*

No	Fungsi Yang Di Uji	Hasil Yang Di Harapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	<i>Logout</i>	Sistem ini di harapkan dapat kembali menampilkan masukan username an <i>password</i>	Sistem ini dapat kembali menampilkan	Berhasil

2. Pengujian Akurasi

Tabel 4. 12 Pengujian Akurasi

No	Nama Gejala	Hasil Diagnosis Pakar	Hasil Diagnosis Sistem	Hasil Uji
1	- Akar dan batang berwarna hitam	Kuning	Kuning	Akurat
	- Tanaman kekeringan			
	- Daun menguning dan tidak layu			
	- Daun berguguran satu persatu			
	- Pada bagian akar terlihat luka nekrosis dan puru			
2	- Tandan Buah pendek	Keriting atau kerdil	Keriting atau kerdil	Akurat
	- Daun berwarna kehitaman			
	- Daun berwarna kuning pucat atau belang – belang			
	- Ukuran buah relatif lebih kecil bahkan tiak berbuah			
3	- Daun transparan			
	- Daun kering berwarna kecoklatan			

	- Adanya bercak ditengah maupun ditepi daun	Benang putih dan rambut	Benang putih dan rambut	Akurat
	- Cabang atau ranting diselimuti jamur berwarna keperakan			
	- Terdapat rambut yang melilit pada tanaman			
5	- Terdapat rambut yang melilit pada tanaman	Busuk akar	Busuk akar	Akurat
	- Daun kering berwarna kecoklatan			
	- Daun transparan			
6	- Akar rambut lada rusak	Kuning	Kuning	Akurat
	- Daun menguning dan tidak layu			
	- Daun berguguran satu – persatu			
7	- Menyerang bibit pada umur >2 bulan	Busuk pangkal batang	Antraknosa	Tidak akurat
	- Bagian tengah luka berwarna orange atau coklat dan berubah warna hitam			
	- Daun menguning dan layu			
	- Tanaman kekeringan			

8	- Pada daun, batang, ranting dan buah terdapat jamur yang berwarna coklat	<i>Septobasidium Sp</i>	<i>Septobasidium Sp</i>	Akurat
	- Patahnya ruas- ruas ranting, cabang sekunder dan cabang primer			
9	- Bercak pada daun berwarna hitam	Antraknosa	Antraknosa	Akurat
	- Tumbuh jamur yang berwarna coklat			
	- Bagian tengah luka berwarna orange atau coklat dan berubah warna hitam			
	- Adanya luka melingkar pada bagian buah			
	- Menyerang bibit pada umur > 2 bulan.			
10	- Cabang atau ranting diselimuti jamur berwarna keperakan	Jamur Pirang	Jamur Pirang	Akurat
	- Tandan buah gugur			
	- Cabang atau ranting mengering dan mati			
11	- Pada batang, cabang , daun bunga dan buah muncul benang – benang putih	Jaring laba – laba dan rambut ekor kuda	Jaring laba – laba dan rambut ekor kuda	Akurat

	<ul style="list-style-type: none"> - Daun berwarna kecoklatan - Adannya rizomorf jamur berwarna hitam seperti rambut yang menempel pada ranting, cabang, tangkai dan daun 			
12	<ul style="list-style-type: none"> - Daun menguning dan tidak layu - Akar rambut lada rusak - Daun berguguran satu persatu - Permukaan daun bergelombang 	Kuning	Kuning	Akurat
13	<ul style="list-style-type: none"> - Daun berukuran kecil atau keriting - Ukuran buah relatif lebih kecil bahkan tidak berbuah - Tandan buah pendek - Permukaan daun bergelombang - Tandan buah gugur 	Keriting atau kerdil	Keriting atau kerdil	Akurat
14	<ul style="list-style-type: none"> - Tanaman kekeringan - Mendadak layu - Daun menguning dan gugur 	Busuk akar	Busuk akar	Akurat
15	<ul style="list-style-type: none"> - Adannya luka melingkar pada bagian buah 			

	<ul style="list-style-type: none"> - Bagian tengah luka berwarna orange atau coklat dan berubah warna hitam 	Antraknosa	Antraknosa	Akurat
	<ul style="list-style-type: none"> - Bercak daun berwarna hitam 			
	<ul style="list-style-type: none"> - Adannya bercak ditengah maupun ditepi daun 			
16	<ul style="list-style-type: none"> - Akar dan batang berwarna hitam 	Kuning	Busuk pangkal Batang	Tidak akurat
	<ul style="list-style-type: none"> - Pangkal batang berlendir dan berwarna hitm 			
	<ul style="list-style-type: none"> - Daun berwarna kehitaman 			
	<ul style="list-style-type: none"> - Daun berguguran satu persatu 			
17	<ul style="list-style-type: none"> - Daun berukuran kecil atau keriting 	Keriting atau kerdil	Keriting atau kerdil	Akurat
	<ul style="list-style-type: none"> - Daun berwarna kuning pucat atau belang – belang 			
	<ul style="list-style-type: none"> - Buah berguguran 			
	<ul style="list-style-type: none"> - Tandan Buah pendek 			
18	<ul style="list-style-type: none"> - Daun berwarna kehitaman 	Busuk pangkal batang	Busuk pangkal batang	Akurat
	<ul style="list-style-type: none"> - Daun menguning dan layu 			
	<ul style="list-style-type: none"> - Tanaman kekeringan 			
	<ul style="list-style-type: none"> - Pangkal batang berlendir dan berwarna hitam 			
19	<ul style="list-style-type: none"> - Pangkal batang atau tanaman hitam 			

	- Adanya bercak ditengah mauun ditepi daun	Jamur pirang	Jamur Pirang	Akurat
	- Adanya lapisan bludru yang berwarna putih			
	- Cabang atau ranting diselimuti jamur bewarna keperakan			
	- Daun transparan			
20	- Akar rambut lada rusak	Kuning	Kuning	Akurat
	- Daun berguguran satu persatu – satu			
	- Daun menguning dan tidak layu			
21	- Dan menguning dan gugur	Busuk akar	Busuk Akar	Akurat
	- Daun kusam			
	- Akar terlihat lembek dan berwarna coklat atau kemerahan			
	- Tandan buah gugur			
22	- Mendadak layu	Keriting atau kerdil	Keriting atau kerdil	Akurat
	- Buah berguguran			
	- Pada bagian tunas beruas pendek			
	- Ukuran buah relatif lebih kecil bahkan tidak berbuah			
	- Daun menguning dan tidak layu			

	- Daun berukuran kecil atau keriting			
22	- Daun transparan	Benang putih dan rambut	Benang putih dan rambut	Akurat
	- Daun kering berwarna kecoklatan			
	- Terdapat rambut yang melilit pada tanaman			
23	- Adanya bercak ditengah maupun tepi daun	Jamur pirang	Jamur pirang	Akurat
	- Daun menguning dan gugur			
	- Pangkal batang atau tanaman hitam			
	- Mendadak layu			
	- Cabang atau ranting diselimuti jamur berwarna keperakan			
24	- Buah hijau mengalami infeksi secara tersembunyi	Keriting atau kerdil	Keriting atau kerdil	Akurat
	- Daun berwarna kuning pucat atau belang – belang			
	- Daun berukuran kecil atau keriting			
	- Tunas ruas pendek			
	- Akar rambut lada rusak			
	- Permukaan daun bergelombang			

25	- Pada bagian akar terlihat luka nekrosis dan puru	Kuning	Kuning	Akurat
	- Daun menguning dan tidak layu			
	- Pangkal batang berlendir dan berwarna hitam			
	- Akar rambut lada rusak			
	- Buah berguguran			
	- Daun berguguran satu persatu			
26	- Menyerang bibit pada umur > 2 bulan	Antraknosa	Antraknosa	Akurat
	- Tumbuh jamur yang berwarna coklat			
	- Bagian tengah luka berwarna orange atau coklat dan berubah warna hitam			
27	- Daun kusam	Busuk akar	Busuk akar	Akurat
	- Mendadak layu			
	- Akar terlihat lembek dan berwarna coklat atau kemerahan			
	- Cabang atau ranting mengering dan mati			
28	- Pangkal batang berlendir dan berwarna hitam			
	- Tanaman kekeringan			

	<ul style="list-style-type: none"> - Daun berguguran satu persatu - Daun menguning dan layu - Daun berukuran kecil atau keriting 	Busuk pangkal batang	Busuk pangkal batang	Akurat
29	<ul style="list-style-type: none"> - Tandan buah gugur - Daun kusam - Tandan buah pendek - Buah berguguran - Permukaan daun bergelombang - Ukuran buah relatif lebih kecil bahkan tidak berbuah 	Keriting atau kerdil	Keriting atau kerdil	Akurat
30	<ul style="list-style-type: none"> - Pada bagian akar akan terlihat luka nekrosis dan puru - Daun berwarna kecoklatan - Adanya jamur rizomorf berwarna hitam seperti rambut yang menempel pada ranting, cabang, tangkai dan daun - Pada batang, cabang, daun bunga dan buah muncul benang – benang putih 	Jaring laba laba – dan rambut ekor kuda	Jaring laba – laba dan rambut ekor kuda	Akurat

31	- Adanya lapisan bludru yang berwarna putih	Jamur pirang	Jamur pirang	Akurat
	- Adanya bercak ditengah maupun ditepi daun			
	- Daun kering berwarna kecoklatan			
	- Cabang atau ranting mengering dan mati			
	- Tandan buah gugur			
32	- Daun berwarna kecoklatan	Busuk akar	Busuk akar	Akurat
	- Daun kusam			
	- Akar terlihat lembek dan berwarna coklat atau kemerahan			
33	- Daun berguguran satu persatu	Kuning	Kuning	Akurat
	- Daun menguning dan tidak layu			
	- Tandan buah pendek			
	- Akar dan batang berwarna hitam			
34	- Daun berwarna kuning pucat atau belang - belang	Busuk pangkal batang	Busuk pangkal batang	Akurat
	- Pada bagian tunas beruas pendek			
	- Pangkal batang berlendir dan berwarna hitam			
	- Tanaman kekeringan			

	- Daun menguning dan layu			
35	- Daun transparan	Benang putih dan rambut	Benang putih dan rambut	Akurat
	- Daun kering dan berwarna kecoklatan			
	- Terdapat rambut yang melilit pada tanaman			
	- Mendadak layu			
37	- Buah berguguran	Keriting atau kerdil	Keriting atau kerdil	Akurat
	- Ukuran buah relatif lebih kecil			
	- Tandan buah pendek			
	- Permukaan daun bergelombang			
38	- Daun menguning dan gugur	Busuk akar	Busuk akar	Akurat
	- Mendadak layu			
	- Pada bagian akar terlihat luka nekrosis dan puru			
	- Daun kusam			
	- Akar terlihat lembek dan berwarna coklat atau kemerahan			
39	- Daun berwarna kecoklatan			
	- Daun transparan			
	- Terdapat rambut yang melilit pada tanaman			

	<ul style="list-style-type: none"> - Cabang atau ranting diselimuti jamur berwarna keperakan - Adanya lapisan bludru warna putih - Pangkal batang atau tanaman hitam 	Benang putih dan rambut	Jamur pirang	Tidak akurat
40	<ul style="list-style-type: none"> - Daun berwarna kuning pucat atau belang – belang - Permukaan daun bergelombang - Tandan buah pendek - Buah berguguran - Tandan buah gugur - Pada bagian tunas beruas pendek 	Keriting atau kerdil	Keriting atau kerdil	Akurat

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel maka diperoleh hasil pengujian akurasi sesuai dengan rumus perhitungan.

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{\text{Total data sesuai}}{\text{Total semua data}} \times 100\%$$

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{37}{40} \times 100\%$$

$$\text{Nilai Akurasi} = 92,5 \%$$

$$\text{Nilai Tidak Akurasi} = \frac{3}{40} \times 100 = 7,5 \%$$

4.2 Pembahasan

4.2.1 Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan adalah proses pengumpulan, pengetahuan, pemindahan dan perubahan bentuk pemecahan masalah yang kemudian akan dipindahkan kedalam komputer untuk pembuatan dan pengembangan dari basis pengetahuan. Sumber pengetahuan tersebut diambil dari beberapa sumber yaitu pakar, buku, jurnal – jurnal yang mengenai permasalahan yang akan diteliti. Pada sistem yang dibuat, penulis menggunakan 9 data penyakit dan 40 data gejala yang berasal dari seorang pakar yang berada di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kab. Sigi Provinsi Sulawesi Tengah.

Berikut adalah data pengetahuan yang telah dikumpulkan dan berhubungan dengan penelitian ini :

Tabel 4. 13 Jenis Penyakit Tanaman Lada

Kode Jenis Penyakit	Jenis Penyakit
P1	Kuning
P2	Busuk Pangkal Batang
P3	Keriting atau Kerdil
P4	Jamur Pirang
P5	Benang Putih dan Rambut
P6	Busuk akar

P7	Jaring Laba – Laba dan Rambut Ekor Kuda
P8	Septobasidium sp
P9	Antraknosa

Berikut ini merupakan data setiap gejala yang terdapat pada sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman lada dapat dilihat pada tabel 4.14 sebagai berikut.

Tabel 4. 14 Data Gejala

Kode	Nama Gejala
G1	Daun Menguning namun tidak layu
G2	Akar rambut lada rusak
G3	Daun berguguran satu persatu
G4	Daun menguning dan layu
G5	Bercak daun berwarna hitam
G6	Pangkal batang berlendir dan berwarna hitam
G7	Buahnya kerdil dan tidak berbuah
G8	Pada bagian akar akan terlihat luka nekrosis dan puru
G9	Daun kering berwarna kecoklatan
G10	Akar terlihat lembek dan berwarna merah atau kecoklatan
G11	Tandan buah gugur
G12	Pangkal batang atau akar tanaman hitam

G13	Cabang atau ranting diselimuti jamur berwarna keperakan
G14	Buah berguguran
G15	Adanya lapisan seperti bludru yang berwarna putih
G16	Adanya bercak ditengah maupun ditepi daun
G17	Akar dan batang tanaman lada berwarna hitam
G18	Daun berwarna kuning pucat atau belang – belang
G19	Terdapat rambut yang melilit pada tanaman
G20	Tanaman kekeringan
G21	Tandan buah pendek
G22	Permukaan daun bergelombang
G23	Tumbuh jamur yang berwarna coklat
G24	Patahnya ruas – ruas ranting, cabang sekunder dan cabang primer.
G25	Adanya rizomorf jamur berwarna hitam seperti rambut yang menempel pada ranting, cabang, tangkai daun dan daun
G26	Adanya luka melingkar pada bagian buah
G27	Buah hijau mengalami mengalami infeksi secara tersembunyi
G28	Bagian tengah luka berwarna orange atau coklat dan berubah warna hitam.
G29	Daun kusam
G30	Daun berwarna kecoklatan
G31	Daun, batang, ranting dan buah terdapat jamur yang berwarna coklat
G32	Batang , cabang. daun , bunga dan buah muncul benang -benang putih.

G33	Daun menguning dan gugur
G034	Mendadak layu
G35	Daun transparan
G36	Cabang atau ranting mengering dan mati
G37	Daun berukuran kecil atau keriting
G38	Pada bagian tunas beruas pendek
G39	Daun berwarna kehitaman
G40	Menyerang bibit pada umur > 2 bulan.

Berikut ini merupakan pengelolaan data penyakit dan tiap tiap gejala yang terdapat pada sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman lada dapat dilihat pada tabel 4.15 sebagai berikut .

Tabel 4. 15 Pengelolaan data gejala dan penyakit

Penyakit	Gejala
Kuning	Akar dan batang berwarna hitam
	Daun menguning dan tidak layu
	Akar rambut lada rusak
	Daun berguguran satu - persatu
	Pada bagian akar akan terlihat luka nekrosis dan puru
	Pangkal batang berlendir dan berwarna hitam

Busuk pangkal batang	Daun berwarna kehitaman
	Daun menguning dan layu
	Tanaman kekeringan
Keriting atau kerdil	Daun berukuran kecil atau keriting
	Daun berwarna kuning pucat atau belang – belang
	Ukuran buah relatif lebih kecil bahkan tidak berbuah
	Pada bagian tunas beruas pendek
	Tandan buah pendek
	Buah berguguran
	Permukaan daun bergelombang
	Buah hijau mengalami infeksi secara tersembunyi
Jamur Pirang	Cabang atau ranting diselimuti jamur berwarna keperakan
	Adannya lapisan bludru yang berwarna putih
	Tandan buah gugur
	Cabang atau ranting mengering dan mati
	Adannya bercak di tengah maupun di tepi daun
	Pangkal batang atau tanaman hitam
	Terdapat rambut yang melilit pada tanaman
	Daun kering berwarna kecoklatan

Benang Putih dan Rambut	Daun transparan
Busuk Akar	Daun kusam
	Akar terlihat lembek dan berwarna coklat atau kemerahan
	Mendadak layu
	Daun menguning dan gugur
Jaring laba -laba dan rambut ekor kuda	Pada batang, cabang, daun, bunga dan buah muncul benang- benang putih
	Daun berwarna kecoklatan
	Adannya jamur rizomorf berwarna hitam seperti rambut yang menempel pada ranting, cabang, tangkai dan daun
Septobasidium sp	Pada daun, batang, ranting dan buah terdapat jamur yang berwarna coklat
	Patahnya ruas - ruas ranting, cabang sekunder dan cabang primer
Antraknosa	Bercak pada daun berwarna hitam
	Tumbuh jamur yang berwarna coklat
	Bagian tengah luka berwarna orange atau coklat dan berubah warna hitam
	Adannya luka melingkar pada bagian tubuh
	Menyerang bibit pada umur > 2 bulan.

4.2.2 Representase Pengetahuan

Representasi pengetahuan adalah metode yang digunakan untuk pengkodean pengetahuan dalam sistem pakar. Adapun representasi pengetahuan yang dilakukan ke dalam sistem pakar penyakit pada tanaman lada yaitu dengan data gejala yang diinput menggunakan tabel keputusan dan kemudian akan dibentuk sebuah kaidah atau kesimpulan.

Berikut adalah tabel hubungan antar penyakit dan gejala serta tabel keputusan atau tabel basis pengetahuan yang dibuat untuk menjelaskan aturan dari gejala dan penyakit yang saling berkaitan.

Tabel 4. 16 Tabel Keputusan

No	Gejala	Penyakit								
		P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
1	G01	✓								
2	G02	✓								
3	G03	✓								
4	G04		✓							

5	G05									✓
6	G06		✓							
7	G07			✓						
8	G08	✓								
9	G09					✓				
10	G010						✓			
11	G011				✓					
12	G012				✓					
13	G013				✓					
14	G014			✓						
15	G015				✓					
16	G016				✓					
17	G017	✓								
18	G018			✓						

33	G033						✓			
34	G034						✓			
35	G035					✓				
36	G036				✓					
37	G037			✓						
38	G038			✓						
39	G039		✓							
40	G040									✓

Tabel 4. 17 Tabel Aturan

Aturan ke -	Gejala	Penyakit
1	G01, G02, G03, G08, G017	P01
2	G04,G06, G020, G039	P02
3	G07, G014, G018, G021,G022, G027,G037, G038	P03

4	G011, G012, G013, G015, G016, G036	P04
5	G09, G019, G035	P05
6	G010, G029, G033, G034	P06
7	G025, G030, G032	P07
8	G024, G031	P08
9	G05, G023, G026, G028, G040	P09

4.2.3 Presentasi dan Probabilitas Keakuratan

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap algoritma secara manual dengan menggunakan metode *Forward Chaining* dan Metode *Certainty Factor*.

1. Metode *Forward Chaining*

Metode pencarian atau teknik pelacakan ke depan yang dimulai dengan informasi yang ada dan penggabungan *rule* untuk menghasilkan suatu kesimpulan atau tujuan. Pada metode ini dilakukan penelusuran untuk mendapatkan jenis penyakit yang cocok dengan gejala pada penyakit tanaman lada. Berikut adalah *rule* dari penyakit pada tanaman lada :

R1 : IF G01 AND G02 AND G03 AND G08 AND G017 THEN P01

R2 : IF G04 AND G06 AND G020 AND G039 THEN P02

R3 : IF G07 AND G014 AND G018 AND G021 AND G022 AND G027 AND
G037 AND G038 THEN P03

R4 : IF G011 AND G012 AND G013 AND G015 AND G016 AND G036
THEN P04

R5 : IF G09 AND G019 AND G035 THEN P05

R6 : IF G010 AND G029 AND G033 AND G034 THEN P06

R7 : IF G025 AND G030 AND G032 THEN P07

R8 : IF G024 AND G031 THEN P08

R9 : IF G05 AND G023 AND G026 AND G028 THEN G09

Jika hasil dari aturan ini sesuai dengan intruksi ataupun inputan *user* , maka sistem akan menampilkan penyakit apa saja yang sesuai dengan gejala yang telah diinputkan oleh *user*.

2. Metode *Certainty Factor* (Metode Kepastian)

Tabel 4. 18 *Interpretasi User*

No	Keterangan	Nilai User
1	Pasti ya	1
2	Hampir pasti	0.8
3	Kemungkinan besar	0.6
4	Mungkin	0.4
5	Hampir mungkin	0.2
6	Tidak tahu atau tidak yakin	0.0

Tabel 4. 19 Bobot Nilai MB dan MD

No	Kode	Data Gejala	Nilai Kepastian Pakar (MB)	Nilai Ketidakpastian Pakar (MD)
1	G1	Daun Menguning namun tidak layu	0.8	0.2
2	G2	Akar rambut lada rusak	0.8	0.2
3	G3	Daun berguguran satu persatu	0.8	0.2
4	G4	Daun menguning dan layu	0.8	0.2
5	G5	Bercak daun berwarna hitam	0.6	0.2
6	G6	Pangkal batang berlendir dan berwarna hitam	0.7	0.1
7	G7	Buahnya kerdil dan tidak berbuah	0.8	0.2
8	G8	Pada bagian akar akan terlihat luka nekrosis dan puru	0.6	0.2
9	G9	Daun kering berwarna kecoklatan	0.8	0.2
10	G10	Akar terlihat lembek dan berwarna merah atau kecoklatan	0.6	0.2
11	G11	Tandan buah gugur	0.5	0.3
12	G12	Pangkal batang atau akar tanaman hitam	0.8	0.2
13	G13	Cabang atau ranting diselimuti jamur berwarna keperakan.	0.8	0.2

14	G14	Buah berguguran	0.5	0.3
15	G15	Adanya lapisan seperti bludru yang berwarna putih	0.7	0.1
16	G16	Adanya bercak ditengah maupun ditepi daun	0.8	0.2
17	G17	Akar dan batang tanaman lada berwarna hitam	0.6	0.2
18	G18	Daun berwarna kuning pucat atau belang – belang	0.8	0.2
19	G19	Terdapat rambut yang melilit pada tanaman	0.8	0.2
20	G20	Tanaman kekeringan	0.8	0.2
21	G21	Tandan buah pendek	0.8	0.2
22	G22	Permukaan daun bergelombang	0.7	0.1
23	G23	Tumbuh jamur yang berwarna coklat	0.5	0.3
24	G24	Patahnya ruas – ruas ranting, cabang sekunder dan cabang primer	0.8	0.2
25	G25	Adanya rizomorf jamur berwarna hitam seperti rambut yang menempel pada ranting, cabang, tangkai daun dan daun	0.8	0.2
26	G26	Adanya luka melingkar pada bagian buah	0.8	0.2

27	G27	Buah hijau mengalami mengalami infeksi secara tersembunyi	0.5	0.3
28	G28	Bagian tengah luka berwarna orange atau coklat dan berubah warna hitam.	0.8	0.2
29	G29	Daun kusam	0.7	0.1
30	G30	Daun berwarna kecoklatan	0.6	0.2
31	G31	Daun, batang, ranting dan buah terdapat jamur yang berwarna coklat	0.8	0.2
32	G32	Batang , cabang, daun, bunga dan buah muncul benang -benang putih.	0.8	0.2
33	G33	Daun menguning dan gugur	0.8	0.2
34	G34	Mendadak layu	0.8	0.2
35	G35	Daun transparan	0.8	0.2
36	G36	Cabang atau ranting mengering dan mati	0.8	0.2
37	G37	Daun berukuran kecil atau keriting	0.8	0.2
38	G38	Pada bagian tunas beruas pendek	0.7	0.1
39	G39	Daun berwarna kehitaman	0.8	0.2
40	G40	Menyerang bibit pada umur > 2 bulan.	0.5	0.3

Tabel 4. 20 Nilai Kepastian Pakar

Kode	Data Gejala	Nilai CF
G1	Daun Menguning namun tidak layu	0.6
G2	Akar rambut lada rusak	0.6
G3	Daun berguguran satu persatu	0.6
G4	Daun menguning dan layu	0.6
G5	Bercak daun berwarna hitam	0.4
G6	Pangkal batang berlendir dan berwarna hitam	0.6
G7	Buahnya kerdil dan tidak berbuah	0.6
G8	Pada bagian akar akan terlihat luka nekrosis dan puru	0.4
G9	Daun kering berwarna kecoklatan	0.6
G10	Akar terlihat lembek dan berwarna merah atau kecoklatan	0.4
G11	Tandan buah gugur	0.2
G12	Pangkal batang atau akar tanaman hitam	0.6
G13	Cabang atau ranting diselimuti jamur berwarna keperakan	0.6
G14	Buah berguguran	0.2
G15	Adanya lapisan seperti bludru yang berwarna putih	0.6
G16	Adanya bercak ditengah maupun ditepi daun	0.6
G17	Akar dan batang tanaman lada berwarna hitam	0.4
G18	Daun berwarna kuning pucat atau belang – belang	0.6

G19	Terdapat rambut yang melilit pada tanaman	0.6
G20	Tanaman kekeringan	0.6
G21	Tandan buah pendek	0.6
G22	Permukaan daun bergelombang	0.6
G23	Tumbuh jamur yang berwarna coklat	0.2
G24	Patahnya ruas – ruas ranting, cabang sekunder dan cabang primer.	0.6
G25	Adanya rizomorf jamur berwarna hitam seperti rambut yang menempel pada ranting, cabang, tangkai daun dan daun	0.6
G26	Adanya luka melingkar pada bagian buah	0.6
G27	Buah hijau mengalami mengalami infeksi secara tersembunyi	0.2
G28	Bagian tengah luka berwarna orange atau coklat dan berubah warna hitam.	0.6
G29	Daun kusam	0.6
G30	Daun berwarna kecoklatan	0.4
G31	Daun, batang, ranting dan buah terdapat jamur yang berwarna coklat	0.6
G32	Batang , cabang daun , bunga dan buah muncul benang - benang putih.	0.6
G33	Daun menguning dan gugur	0.6
G34	Mendadak layu	0.6
G35	Daun transparan	0.6

G36	Cabang atau ranting mengering dan mati	0.6
G37	Daun berukuran kecil atau keriting	0.6
G38	Pada bagian tunas beruas pendek	0.6
G39	Daun berwarna kehitaman	0.6
G40	Menyerang bibit pada umur > 2 bulan.	0.2

a. Perhitungan Manual

Contoh :

IF daun menguning dan layu AND pangkal batang berlendir AND berwarna hitam dan tanaman kekeringan AND daun berwarna hitam THEN penyakit busuk pangkal batang.

Untuk perhitungan *Certainty Factor* dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4. 21 Gejala Yang Dipilih

Kode Gejala	Nama gejala	CF Pakar
G4	Daun menguning dan layu	0.6
G6	Pangkal batang berlendir dan berwarna hitam	0.6
G20	Tanaman kekeringan	0.6
G39	Daun berwarna hitam	0.6

Tabel 4. 22 Nilai Keyakinan User

Kode Gejala	Nilai keyakinan	CF User
G4	Daun menguning dan layu	0.6
G6	Pangkal batang berlendir dan berwarna hitam	0.6
G20	Tanaman kekeringan	0.6
G39	Daun berwarna hitam	0.6

Setelah mendapatkan nilai *rule* , nilai keyakinan *user* dan nilai keyakinan pakar, maka selanjutnya, masuk dalam proses perhitungan nilai *Certainty Factor*. Untuk CF[H] merupakan nilai CF yang di berikan oleh pakar dan akan di kalikan dengan CF[E] yang merupakan nilai CF yang diambil dari user. Berikut ini adalah perhitungan nilai *Certaitny Factor* :

$$CF [H, E] = CF[H] * CF[E]$$

$$= 0.6 * 0.6$$

$$= 0.36$$

$$CF [H, E]_2 = CF[H]_2 * CF[E]_2$$

$$= 0.6 * 0.6$$

$$= 0.36$$

$$CF [H, E]_3 = CF[H]_3 * CF[E]_3$$

$$= 0.6 * 0.6$$

$$= 0.36$$

$$CF[H, E]_4 = CF[H]_4 * CF[E]_4$$

$$= 0.6 * 0.6$$

$$= 0.36$$

Selanjutnya, karena lebih dari satu gejala, maka untuk menentukan nilai CF dilakukan dengan menggunakan rumus $CF_{combine} CF[H, E]_{1,2} = CF[H, E]_1 + CF[H, E]_2 * (1 - CF[H, E]_1)$.

$$CF_{combine} CF[H, E]_{1,2} = CF[H, E]_1 + CF[H, E]_2 * (1 - CF[H, E]_1)$$

$$= 0.36 + 0.36 * (1 - 0.36)$$

$$= 0.36 + 0.36 * 0.64$$

$$= 0.36 + 0.230$$

$$= 0.59 \text{ old}$$

$$CF_{combine} CF[H, E]_{old,3} = CF[H, E]_{old} + CF[H, E]_3 * (1 - CF[H, E]_{old})$$

$$= 0.59 + 0.36 * (1 - 0.59)$$

$$= 0.59 + 0.36 * 0.41$$

$$= 0.59 + 0.1476$$

$$= 0,7376_{old2}$$

$$CF_{combine} CF[H, E]_{old2,4} = CF[H, E]_{old2} + CF[H, E]_4 * (1 - CF[H, E]_{old2})$$

$$= 0.7376 + 0.36 * (1 - 0.7376)$$

$$= 0.7376 + 0.36 \times 0.2624$$

$$= 0.7376 + 0.0944$$

$$= 0.832$$

Selanjutnya, CF_{old} terakhir merupakan CF diagnosis terhadap penyakit pada tanaman lada, kemudian dilakukan perhitungan presentasi keyakinan terhadap penyakit dengan persamaan :

$$CF_{persentase} = CF_{combine} * 100\%$$

$$= 0,832 \times 100\%$$

$$= 83,2 \%$$

Dan hasil akhir pada perhitungan metode *certainty factor* ini, memiliki komponen- komponen yang berkaitan pada proses pengetahuan pembuatan sistem pakar. Hal ini meliputi gejala, penyakit dan aturan, dimana untuk gejala dimasukan nilai MB dan MD sebagai rasio tingkat kepercayaan seorang pakar terhadap suatu penyakit berdasarkan gejala yang dialami.

Dari perhitungan metode *certainty factor* pada masing-masing gejala, di peroleh nilai CF 0.832 atau 83,2% dengan hasil diagnosa (**kemungkinan besar ya**) terserang penyakit busuk pangkal batang dengan gejala yang dialami yaitu daun menguning dan layu, Pangkal batang berlendir dan berwarna hitam, Tanaman kekeringan dan daun berwarna hitam.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman lada menggunakan metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Aplikasi sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman lada menggunakan metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* dapat membantu petani untuk mendiagnosa jenis penyakit, gejala beserta solusi cara pengendaliannya berdasarkan data gejala yang dialami. Dengan adanya sistem pakar ini, walaupun seorang pakar tidak ada ditempat, petani dapat mendiagnosa penyakit yang dialami dengan melalui aplikasi sistem pakar yang telah dibuat.
2. Sistem pakar yang dibangun berdasarkan pengetahuan dari seorang pakar dibidang penyakit tanaman lada dan pengetahuan dari buku maupun internet. Dan berhasil dibangun dengan menggunakan metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* yang kemudian di uji coba untuk satu jenis penyakit berhasil mendapatkan hasil diagnosa dengan nilai 83,22 %. Nilai ini membuktikan bahwa penerapan metode ini cocok dan sangat mungkin untuk diterapkan dalam menyelesaikan permasalahan petani di lapangan.
3. Pada proses pengujian *black box* dan pengujian akurasi yang dilakukan terdapat pengujian *black box* dengan pengujian fungsionalitas yang sudah

berfungsi dengan baik dan dalam pengujian akurasi terdapat 37 data dan mendapatkan nilai akurasi 92,5 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi sistem pakar yang dibangun berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan dalam mendefinisikan diagnosa penyakit pada tanaman lada.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan oleh penulis yang bertujuan untuk pengembangan dari sistem pakar yang dibuat adalah sebagai berikut :

1. Kedepannya sistem pakar yang dibangun dapat dikembangkan kembali dengan menambahkan data yang lengkap sehingga masalah yang akan dianalisa menjadi lebih spesifik.
2. Metode sistem pakar yang digunakan tidak harus menggunakan metode *Forward Chaining* dan metode kepastian *Certainty Factor*, namun dapat dikembangkan dengan membandingkan dengan metode-metode yang lainnya
3. Perancangan sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman lada ini perlu beberapa penyempurnaan lagi baik dari segi tampilan maupun isinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, S., Rofiqoh, S., Kurniadi, D., Riansyah, A., Chaining, F., Karet, T., & Penyakit, P. (2020). *Sistem Pakar Menggunakan Metode Forward Chaining untuk Diagnosa Penyakit Tanaman Karet*. 1(1), 54–60.
- Apridiansyah, Y., Veronika, N. D. M., & Oktarini, R. (2017). Desain Dan Implementasi Sistem Pakar Untuk Menentukan Tipe Autisme Pada Anak Usia 4-6 Tahun Dengan Metode Forward Chaining. *Pseudocode*, 4(2), 97–104. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.4.2.97-104>
- Ariyani, D. (2018). *TEBKAU MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING JURNAL TUGAS AKHIR Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang Disusun oleh : Dyah Ariyani PROGRAM STUDI T. 1–8.*
- Cut Baniang, Hafnati Rahmatan, S. (2016). *No Title*. 1(1), 1–9.
- Firman, A., Wowor, H. F., Najoran, X., Teknik, J., Fakultas, E., & Unsrat, T. (2016). *Sistem Informasi Perpustakaan Online Berbasis Web*. 5(2).
- Hasibuan, N. A., Sunandar, H., Alas, S., & Informatika, M. T. (2017). *GAJAH MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY*. 1, 29–39.
- Hidayat, H. A., & Gumilang, G. (2017). Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Yang Disebabkan Oleh Rokok Dengan Metode Forward Chaining. *Jutekin*, 5(2), 5.
- Husain, A., Prastian, A. H. A., & Ramadhan, A. (2017). Perancangan Sistem Absensi Online Menggunakan Android Guna Mempercepat Proses Kehadiran Karyawan Pada PT. Sintech Berkah Abadi. *Technomedia Journal*, 2(1), 105–116. <https://doi.org/10.33050/tmj.v2i1.319>
- Jargalsaikhan, B. E., Ganbaatar, N., Urtnasan, M., Uranbileg, N., Begzsuren, D., Patil, K. R., Mahajan, U. B., Unger, B. S., Goyal, S. N., Belemkar, S., Surana, S. J., Ojha, S., Patil, C. R., Mansouri, M. T., Hemmati, A. A., Naghizadeh, B., Mard, S. A., Rezaie, A., Ghorbanzadeh, B., ... Yuanita, E. (2019). SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT DAN HAMA PADA TANAMAN LADA DENGAN METODE FORWARD CHAINING BERBASIS ANDROID DEKI. *Molecules*, 9(1), 148–162.
- Lavarino, D., & Yustanti, W. (2016). *RANCANG BANGUN E – VOTING BERBASIS WEBSITE DI UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA*. 6, 72–81.
- Manik, E., & Wahyudi, J. (2016). Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Web (Studi Kasus : Dinas

- Pertanian Kab Langkat). *Jurnal Komputama*, 9(2), 39–50.
- Mulyani, Y., Komarudin, M., Herydian, & Pariyem. (2020). Sistem pakar diagnosis hama dan penyakit pada tanaman lada menggunakan metode backward chaining berbasis android. *Seminar Nasional Ilmu Teknik Dan Aplikasi Industri (SINTA)*, 3.
- Rasyid, S. Al, Sitorus, S. H., Hidayati, R., Rekayasa, J., & Komputer, S. (2018). *Jurnal Coding , Sistem Komputer Untan ISSN : 2338-493X CASE-BASED REASONING UNTUK IDENTIFIKASI HAMA DAN PENYAKIT PADA TANAMAN LADA MENGGUNAKAN METODE TVERSKY (STUDI KASUS: DESA RATU SEPUDAK KECAMATAN GALING , KABUPATEN SAMBAS) Jurnal Coding , Sistem Ko. 06(03)*.
- Rinaldi, R. (2019). Penerapan Unified Modelling Language (Uml) Dalam Analisis Dan Perancangan Aplikasi E-Learning. *Jurnal SIMTIKA*, 2(1), 43–50.
- Rosi, M. F., & Prakoso, B. H. (2020). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Bawang Merah Menggunakan Metode Certainty Factor. *BIOS : Jurnal Teknologi Informasi Dan Rekayasa Komputer*, 1(1), 20–27. <https://doi.org/10.37148/bios.v1i1.5>
- Santoso, S., & Nurmalina, R. (2017). Perencanaan dan Pengembangan Aplikasi Absensi Mahasiswa Menggunakan Smart Card Guna Pengembangan Kampus Cerdas (Studi Kasus Politeknik Negeri Tanah Laut). *Jurnal Integrasi*, 9(1), 84–91.
- Syarifudin, A., Hidayat, N., & Fanani, L. (2018). *Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Pada Tanaman Jagung Menggunakan Metode Naive Bayes Berbasis Android*. 2(7).
- Teguh Supriyadi, T. S. K. D. *, & , Endang Suprpti, A. B. (2020). <http://ejournal.utp.ac.id/index.php/AFP/index>. July, 158–169.
- Waikabo, A. R., & Rosyadi, E. (2019). Desain Sistem Informasi Materi Perkuliahan Berbasis Web Pada Fakultas Teknologi Informasi Unmer Malang. *Seminar Nasional Sistem Informasi, September*.
- WIDIYANTO, S. (2017). *EXPERT SYSTEM UNTUK MENENTUKAN SKALA PRIORITAS PERKARA DI LABORATORIUM FORENSIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE FORWARD DAN BACKWARD CHAINING BERBASIS ATURAN*. 53(9).