

SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSA PENYAKIT DAN HAMA PADA TANAMAN KEDELAI DENGAN METODE CERTAINTY FACTOR

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Febria Rafmadhanty

NIM: 115060807111082



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016

PENGESAHAN

SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSA PENYAKIT DAN HAMA PADA TANAMAN
KEDELAI DENGAN METODE *CERTAINTY FACTOR*

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :
Febria Rafmadhanty
NIM : 115060807111082

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
22 Agustus 2016

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Rekyan Regasari M. P., S.T, M.T
NIK: 2011027704142001

Drs. Marji, M.T
NIP: 19670801 199203 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP: 19710518 200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

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

Malang, 22 Agustus 2016



Febria Rafmadhanty

NIM: 115060807111082

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat, dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini menjadi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Komputer di Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. Judul skripsi ini adalah **“Sistem Para Untuk Mendiagnosa Penyakit dan Hama Pada Tanaman Kedelai Dengan Metode *Certainty Factor*”**.

Pada penyusunan skripsi ini tidak semata-mata hasil kerja penulis sendiri, melainkan juga berkat bimbingan dan dorongan dari pihak-pihak yang telah membantu, baik secara materi maupun non materi. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada orang-orang yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung kepada:

1. Ibu Rekyan Regasari M. P., S.T, M.T dan Bapak Drs. Marji, M.T selaku dosen pembimbing skripsi ini yang telah membimbing, mengarahkan, memberikan motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, Ph.D., Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom., Drs. Mardji, M.T., dan Edy Santoso, S.Si, M.Kom., selaku Ketua, Wakil Ketua I, Wakil Ketua II, dan Wakil Ketua III Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
3. Bapak Agus Wahyu Widodo, S.T, M.Cs., selaku Ketua Program Studi Informatika/Illmu Komputer Universitas Brawijaya.
4. Segenap Bapak dan Ibu Dosen program studi Informatika / Ilmu Komputer beserta seluruh staff yang telah membantu selama penulis menempuh studi di Teknik Informatika Universitas Brawijaya dan selama penyelesaian skripsi ini.
5. Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S., yang sudah memberikan ilmu mengenai tanaman kedelai dan bersedia meluangkan waktunya.
6. Orangtua saya, Alm. MGS Husniril dan Endang Sri W, saudara kandung saya MSY. Retria, keponakan Caca, Satria, Naya, dan keluarga besar lainnya yang selalu memberikan semangat serta doa dan kesabarannya demi terselesaikannya skripsi ini.
7. Tegar Rekso Pamungkas yang selalu setia menemani, membantu, dan tak henti selalu memberikan dukungan penuh dalam proses pengerjaan skripsi ini.
8. Ria, Mirza yang sama-sama berjuang dalam mengerjakan skripsi. Dan juga Erona, Gyas, Eno, Niken, Lidwina, Dina yang senantiasa selalu menyemangati dan memberikan doa agar skripsi ini berjalan dengan lancar.

9. Disya, Saras, Irma, Ira, Ken, Devri, Rifqi, dan seluruh teman-teman TIF-H dan tak lupa teman-teman informatika angkatan 2011 yang memberi semangat dan bantuannya dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Choirul Ramadhan yang telah membantu dan mengajarkan dalam pembuatan program pada skripsi ini.
11. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telibat baik secara langsung maupun tidak langsung demi terselesaikannya skripsi ini.

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

Malang, 22 Agustus 2016

Penulis

Febriarekso@gmail.com



ABSTRAK

Febria Rafmadhanty. 2016. Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit dan Hama Pada Tanaman Kedelai Dengan Metode *Certainty Factor*. Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang. Dosen Pembimbing Rekyan Regasari Mardi Putri, S.T, M.T dan Drs. Marji, M. T.

Tanaman kedelai merupakan salah satu tanaman yang dibudidayakan di Indonesia. Kedelai atau kacang kedelai merupakan salah satu tanaman polong-polongan yang menjadi dasar bahan dasar banyak makanan serta memiliki manfaat yang banyak saat dihasilkan seperti tahu, tempe, kecap, dan lain sebagainya. Meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia menyebabkan meningkatnya pula permintaan produksi kedelai untuk memenuhi permintaan konsumen. Akan tetapi tanaman tidak bisa terlepas dari hama dan penyakit yang menyerang, sama halnya dengan tanaman kedelai. Ketika hama dan penyakit menyerang, dampak yang terjadi ialah penurunan hasil produksi serta kualitas kedelai juga. Dengan keterbatasan penyuluh lapangan mengakibatkan terhambatnya para petani dalam mengetahui cara pengendalian jika terserang hama maupun penyakit. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang mampu mendiagnosa hama maupun penyakit yang menyerang tanaman kedelai. Pada penelitian ini dirancang sistem pakar berbasis web dengan menggunakan basis aturan dan metode *certainty factor* untuk membantu petani dalam mendiagnosa hama maupun penyakit pada kedelai. Aplikasi ini berisi tentang informasi tanaman kedelai serta cara mendiagnosanya. Dalam pengujian menggunakan menggunakan metode *certainty factor*, sistem menggunakan data uji sebanyak 50 data. Tingkat keakurasaan yang dihasilkan dipengaruhi oleh referensi pengetahuan yang dimiliki oleh pakar. Semakin spesifik gejala serta tingginya nilai kepercayaan terhadap suatu gejala, maka akan semakin tinggi tingkat akurasi.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Tanaman Kedelai, *Certainty Factor*, Diagnosa

ABSTRACT

Rafmadhanty, Febria. 2016. *A Fuzzy System to Diagnose Plant Disease and Pests in Soybean Plants using Certaint Factor Method.* Faculty of Computer Science, University of Brawijaya, Malang. Supervisor : Rekyan Regasari Mardi Putri, S.T.,M.T dan Drs. Marji M.T

Soybean plant is one of the plants which is cultivated in Indonesia. Soybean is one of the peas which is become the basic material for many foods which has many benefits such as tempe, tahu, soy sauce and many else. The increasing of population in Indonesia has correlation with the demand of the production of soybean in order to fulfill the costumer's need. However, the plants cannot be separated with pests and disease, and this condition also can happen to soybean plants. When the plants affected by the pest and plant, it can have an impact on the decline in the production and also the quality of the soybean. With the limited information that the farmers have, it causes the farmers does not know how to prevent their plants when it attacked by the pests and plant diseases. Therefore, the researcher thinks that it can be solved with a system which can diagnose the pests and plants disease that attacked the soybean plants. In this research, the researcher has designed a fuzzy system based on website which is using the rule base and *certainty factor* method that has purpose to help the farmer to diagnose the pests and the plant disease that attack the soybean plants. This application consists of the information about the soybean plants and how to diagnose. During the testing, this system used *certainty factor* method which is using fifty (50) data as the data test. The level of the accuracy of the result was influenced by the complete information which the fuzzy system has. The more specific the symptoms in fuzzy system and the high value of belief in the symptoms by the user, it means that the result also will show higher level of accuracy.

Keywords : *Expert System, Soybean Plants, Certainty Factor, Diagnosis.*

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan masalah	3
1.6 Sistematika pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Sistem Pakar.....	6
2.2.1 Karakteristik Sistem Pakar.....	6
2.2.2 Konsep Dasar Sistem Pakar.....	6
2.2.3 Arsitektur Sistem Pakar.....	7
2.2.4 Representasi Pengetahuan	9
2.3 Tanaman Kedelai.....	10
2.3.1 Jenis Hama Utama yang Menyerang Tanaman Kedelai.....	11
2.3.2 Jenis Penyakit Utama yang menyerang Tanaman Kedelai	12
2.3.3 Pengendalian Hama dan Penyakit Utama pada Tanaman Kedelai	14
2.4 Metode Inferensi	15
2.5 Ketidakpastian	16
2.6 Teori Certainty Factor	17

2.6.1 Kelebihan Dan Kekurangan Metode <i>Certainty Factor</i>	19
BAB 3 METODOLOGI	20
3.1 Studi Literatur	20
3.2 Pengumpulan Data	21
3.3 Analisa Kebutuhan dan Perancangan Sistem	21
3.4 Implementasi Sistem	21
3.5 Pengujian dan Analisis Sistem	22
3.6 Kesimpulan.....	22
BAB 4 PERANCANGAN.....	23
4.1 Analisis Kebutuhan Perangkat	23
4.1.2 Identifikasi Aktor	24
4.1.3 Analisa Kebutuhan Masukan.....	24
4.1.4 Analisa Kebutuhan Proses.....	25
4.1.5 Analisa Kebutuhan Keluaran	25
4.1.6 <i>Data Flow Diagram</i> (DFD)	25
4.1.7 <i>Diagram Entity Relationship Diagram</i> (ERD).....	26
4.2 Perancangan Sistem Pakar.....	27
4.2.1 <i>Flowchart</i> Aplikasi	28
4.2.2 Akuisisi Pengetahuan	30
4.2.3 Basis Pengetahuan	35
4.2.4 Mesin Inferensi.....	36
4.2.5 <i>Blackboard</i> (Daerah Kerja)	44
4.2.6 Fasilitas Penjelas	44
4.2.7 Antarmuka Pengguna.....	44
BAB 5 IMPLEMENTASI SISTEM	48
5.1 Spesifikasi Sistem	48
5.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras.....	49
5.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak	49
5.2 Batasan – batasan Implementasi.....	49
5.3 Implementasi Algoritma	50
5.4 Implementasi Antarmuka	52
5.4.1 Implementasi Halaman Utama	52

5.4.2 Implementasi Halaman Info.....	52
5.4.3 Implementasi Halaman Admin.....	53
5.4.4 Implementasi Halaman Diagnosa	54
5.4.5 Implementasi Halaman Hasil Diagnosa.....	55
5.4.6 Implementasi Halaman Rekap Hasil Pada User	55
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	57
6.1 Pengujian Sistem.....	57
6.1.1 Skenario Pengujian Validasi (<i>Black Box Testing</i>).....	57
6.1.2 Skenario Pengujian Akurasi.....	65
6.2 Analisa Pengujian.....	73
6.2.1 Analisis Pengujian Validasi (<i>Blackbox Testing</i>).....	73
6.2.2 Analisis Akurasi.....	73
6.3 Pengujian Pengaruh Perubahan Nilai <i>Certainty Factor</i>	74
6.3.1 Skenario Pengujian Pengaruh Perubahan Nilai	74
6.3.2 Analisa Pengujian Perubahan Nilai Bobot.....	89
6.4 Pengujian Nilai Bobot Terbaik	90
6.4.1 Skenario Pengujian Nilai Bobot.....	90
6.4.2 Analisa Pengujian Nilai Bobot	95
BAB 7 PENUTUP	96
7.1 Kesimpulan.....	96
7.2 Saran	96
DAFTAR PUSTAKA.....	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur Sistem Pakar	7
Gambar 2.2 Lalat Bibit Kacang	11
Gambar 2.3 Kutu Bemisia.....	11
Gambar 2.4 Ulat Grayak.....	12
Gambar 2.5 Penggerek Polong Kedelai.....	12
Gambar 2.6 Penyakit Karat	13
Gambar 2.7 Downy Mildew	13
Gambar 2.8 Penyakit Virus Mosaik	14
Gambar 2.9 Contoh Metode Backward Chaining	16
Gambar 2.10 Contoh Metode Forward Chaining.....	16
Gambar 3.1 Metode Penelitian.....	20
Gambar 3.2 Desain Arsitektur Sistem	21
Gambar 4.1 Pohon Perancangan	23
Gambar 4.2 <i>Data Flow Diagram Level 0</i>	26
Gambar 4.3 <i>Data Flow Diagram Level 1</i>	26
Gambar 4.4 <i>Entity Relationship Diagram</i>	27
Gambar 4.5 Konsep Arsitektur Sistem Pakar	28
Gambar 4.6 <i>Flowchart</i> Konsultasi Sistem Pakar	28
Gambar 4.7 <i>Flowchart</i> perhitungan dengan <i>Certainty Factor</i>	29
Gambar 4.8 Mesin Inferensi <i>Forward Chaining</i> dengan Metode <i>Certainty Factor</i>	37
Gambar 4.9 Halaman Depan Sistem	45
Gambar 4.10 Halaman Informasi Hama dan Penyakit.....	45
Gambar 4.11 Halaman User untuk Login	45
Gambar 4.12 Halaman Daftar Akun	46
Gambar 4.13 Halaman Diagnosa pada user.....	46
Gambar 4.14 Halaman Rekap Hasil Pada User	46
Gambar 4.15 Halaman Hasil Diagnosa pada user	47
Gambar 5.1 Pohon Implementasi	48
Gambar 5.2 Implementasi Perhitungan CF pada Sistem.	51
Gambar 5.3 Implementasi Halaman Utama.	52

Gambar 5.4 Implementasi Halaman Info	53
Gambar 5.5 Implementasi Halaman Admin.....	54
Gambar 5.6 Implementasi Halaman Diagnosa.	55
Gambar 5.7 Implementasi Halaman Hasil Diagnosa.....	55
Gambar 5.8 Implementasi Halaman Rekap Hasil Pada User.	56
Gambar 6.1 Pohon Pengujian dan Analisis	57



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengendalian Pada Hama Utama Tanaman Kedelai	14
Tabel 2.2 Pengendalian Pada Penyakit Utama Tanaman Kedelai.....	14
Tabel 4.1 Deskripsi Aktor	24
Tabel 4.2 Daftar Kebutuhan Fungsional.....	24
Tabel 4.3 Tabel Akuisisi Hama dan Penyakit Utama Tanaman Kedelai	31
Tabel 4.4 Tabel Nilai CF Gejala Hama dan Penyakit Utama Tanaman Kedelai	33
Tabel 4.5 Aturan (<i>Rule</i>)	35
Tabel 4.6 Tabel Gejala dan Nilai CF Hama Lalat Bibit Kacang.....	37
Tabel 4.7 Tabel Gejala dan Nilai CF Hama Kutu Bemisia	38
Tabel 4.8 Tabel Gejala dan Nilai CF Hama Ulat Grayak.....	39
Tabel 4.9 Tabel Gejala dan Nilai CF Penyakit Penggerek Polong Kedelai	39
Tabel 4.10 Tabel Gejala dan Nilai CF Penyakit Karat	40
Tabel 4.11 Tabel Gejala dan Nilai CF Penyakit Downy Mildew.....	40
Tabel 4.12 Tabel Gejala dan Nilai CF Penyakit Virus Mosaik	41
Tabel 5.1 Spesifikasi Perangkat Keras	49
Tabel 5.2 Spesifikasi Perangkat Lunak	49
Tabel 6.1 Kasus Uji Login.....	58
Tabel 6.2 Kasus Uji Logout	58
Tabel 6.3 Kasus Uji Daftar	59
Tabel 6.4 Kasus Uji Ubah Data User	59
Tabel 6.5 Kasus Uji Diagnosa Hama dan Penyakit	60
Tabel 6.6 Kasus Uji Kelola Data Hama dan Penyakit.....	60
Tabel 6.7 Kasus Uji Kelola Data Gejala	61
Tabel 6.8 Kasus Uji Kelola Nilai Bobot.....	61
Tabel 6.9 Kasus Uji Kelola Relasi	61
Tabel 6.10 Kasus Uji Rekap Hasil Diagnosa	62
Tabel 6.11 Kasus Uji Informasi	62
Tabel 6.12 Kasus Uji Halaman Bantuan	62
Tabel 6.13 Hasil Pengujian <i>Blackbox</i>	63
Tabel 6.14 Pengujian Akurasi Hasil Diagnosa Sistem dengan Pakar.....	65

Tabel 6.15 Hasil Pengujian Kesesuaian Nilai Bobot CF (-0.1).....	75
Tabel 6.16 Hasil Pengujian Kesesuaian Nilai Bobot CF (+0.1)	82
Tabel 6.17 Nilai Bobot Gejala Pada Data Uji 12	90
Tabel 6.18 Nilai Bobot Terbaik Gejala Pada Data Uji 12	91
Tabel 6.19 Nilai Bobot Gejala Pada Data Uji 13	91
Tabel 6.20 Nilai Bobot Terbaik Gejala Pada Data Uji 13	92
Tabel 6.21 Nilai Bobot Gejala Pada Data Uji 14	92
Tabel 6.22 Nilai Bobot Terbaik Gejala Pada Data Uji 14	93
Tabel 6.23 Nilai Bobot Gejala Pada Data Uji 32	93
Tabel 6.24 Nilai Bobot Gejala Pada Data Uji 45	94
Tabel 6.25 Nilai Bobot Terbaik Gejala Pada Data Uji 32	94
Tabel 6.26 Nilai Bobot Terbaik Gejala Pada Data Uji 45	94



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Indonesia merupakan negara yang agraris dimana sebagian besar penduduknya bekerja sebagai petani. Salah satu tanaman yang dibudidayakan adalah kedelai. Kedelai atau kacang kedelai, adalah salah satu tanaman polong – polongan yang menjadi bahan dasar banyak makanan. Manfaat yang dihasilkan tanaman kedelai sangatlah banyak seperti jenis makanan yang dihasilkan antara lain tahu, tempe, kecap, dan lain sebagainya.

Dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk di Indonesia, jumlah permintaan produksi kedelai pun membutuhkan peningkatan untuk memenuhi permintaan konsumen. Akan tetapi, gangguan dari penyakit serta hama juga merupakan salah satu pemicu penurunan produksi. Selain itu juga menyebabkan kualitas dari hasil tanaman pun menurun dan tanaman menjadi lebih rentan terhadap penyakit dan hama yang menyerang (BPPP 2011)

Banyaknya jenis penyakit serta hama yang menyerang pada tanaman kedelai, cara pengendalian yang digunakan berbeda – beda. Gejala itu perlu adanya identifikasi sehingga dapat diketahui dengan tepat penyebabnya dan upaya pengendalian yang dilakukan dapat dengan cepat serta efektif. Dan gejala yang terdapat pada tanaman kedelai tidak hanya memiliki gejala dari 1 hama atau penyakit, tetap dari beberapa hama atau penyakit ada pada tanaman tersebut. Sehingga petugas penyuluh lapangan serta pakar dalam bidang kedelai sangat diperlukan dalam masalah ini. Keterbatasan jumlah pakar terutama pada daerah pedesaan mengakibatkan penyuluhan lapang memiliki hambatan, efeknya petanipun kesulitan dalam mengetahui cara pengendalian serangan penyakit dan hama pada tanaman kedelai dan membutuhkan waktu yang lama.

Berdasarkan masalah tersebut, seiring pesatnya perkembangan teknologi, perlu adanya pemanfaatan berupa sistem pakar dalam mendiagnosa penyakit dan hama tanaman kedelai dalam basis web. Sistem pakar merupakan suatu sistem yang dirancang untuk menyimpan pengetahuan manusia ke dalam komputer dalam menyelesaikan permasalahan dimana membutuhkan kepakaran seorang ahli atau pakar pada satu bidang keahlian tertentu. Sistem pakar ini diharapkan dapat membantu permasalahan para petani pada tanaman kedelai dengan menggunakan metode *certainty factor*. Petani mendapatkan informasi berupa jenis – jenis serta gejala pada penyakit dan hama tanaman kedelai dengan mudah serta dapat menerapkannya secara langsung cara penanggulangannya. Sehingga pada akhirnya dapat membantu meningkatkan produktivitas pada tanaman kedelai.

Metode *certainty factor* merupakan suatu metode untuk mengekspresikan keakuratan, kebenaran, atau kehandalan sebuah pertimbangan. Metode ini hanya mengolah 2 bobot dalam sekali perhitungan misalnya, untuk mengetahui apakah penyakit atau hama yang menyerang tanaman kedelai, dilihat dari hasil perhitungan bobot setelah semua gejala telah *diinputkan* dan semua bobot

dihitung dengan menggunakan metode *certainty factor*. Kelebihan metode ini cocok digunakan dalam mengukur sesuatu apakah pasti atau tidak pasti dalam mendiagnosis suatu penyakit salah satunya. Aplikasi sistem yang akan dibuat nantinya dalam mendiagnosa penyakit dan hama tanaman kedelai berdasarkan gejala-gejala yang ada pada tanaman sehingga petani dapat mengetahui penyakit atau hama apa yang menyerang tanamannya.

Beberapa dari peneliti telah melakukan penelitian dalam mendiagnosa suatu penyakit dengan menggunakan metode *Certainty Factor*. Oleh Wahyu Prabowo, Muhammad Arief W, dan Bagus Santoso metode *certainty factor* digunakan dalam mendiagnosa penyakit awal THT (Prabowo, Wahyu etc 2008). Pada penelitian ini dibangun sistem pakar menggunakan konsep *forward chaining* dengan menggunakan metode *certainty factor* untuk mendiagnosa penyakit THT pada manusia. Sistem memberikan diagnosa awal penyakit THT yang diderita oleh penderita berdasarkan gejala yang dirasakan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa CF dapat digunakan sebagai cara untuk mengatasi ketidakpastian dalam kasus diagnosa awal penyakit THT.

Sedangkan oleh Berry Pomber Marpaung, *certainty factor* digunakan dalam mendiagnosa penyakit *atherosklerosis* (Berry 2015). Sistem pakar digunakan dalam mendiagnosa awal penyakit atherosklerosis berdasarkan gejala yang dirasakan. Sistem akan menampilkan besarnya kepercayaan gejala tersebut terhadap kemungkinan penyakit yang diderita pengguna. Besarnya kepercayaan tersebut didapatkan dari hasil perhitungan menggunakan metode *certainty factor*. Dengan menggunakan bahasa pemrograman *Microsoft Visual Studio .NET 2008*, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa CF dalam mendiagnosis penyakit atherosklerosis mampu menghasilkan nilai kepastian/besarnya nilai kepercayaan terhadap penyakit yang dialami penderita.

Pada penelitian ini, sistem pakar dalam mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman kedelai menggunakan metode *Certainty Factor*. Penggunaan metode *certainty factor* untuk mendiagnosa penyakit dan hama sehingga setelah diketahui jenis penyakit atau hama dari tanaman kedelai tersebut, dapat diberikan sekaligus penanggulangannya.

1.2 Rumusan masalah

Berikut merupakan rumusan masalah berdasarkan latar belakang masalah dalam penelitian ini :

1. Bagaimana merancang serta membangun sistem pakar yang dapat mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman kedelai dengan menggunakan metode *Certainty Factor*?
2. Berapa tingkat akurasi yang dihasilkan dari implementasi metode *Certainty Factor* pada sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman kedelai?

1.3 Tujuan

Berikut ini merupakan tujuan dari penelitian ini:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman kedelai.
2. Memberikan informasi tentang bagaimana cara penanganan terhadap penyakit dan hama pada tanaman kedelai.

1.4 Manfaat

Berikut ini merupakan manfaat dalam penelitian ini:

Bagi penulis :

1. Dapat lebih mengetahui dan memahami dalam merancang dan mengimplementasikan sistem pakar berbasis web untuk mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman kedelai.

Bagi pengguna :

1. Dapat digunakan sebagai alat bantu dalam mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman kedelai.
2. Dapat digunakan sebagai pencarian solusi pada penyakit dan hama pada tanaman kedelai.

1.5 Batasan masalah

Berikut ini merupakan batasan masalah dalam penelitian ini :

1. Memberikan informasi jenis penyakit dan hama yang utama pada tanaman kedelai dan meliputi gejala – gejala dan penanggulangannya.
2. Data yang digunakan merupakan data dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Malang, Jawa Timur.
3. Metode yang digunakan adalah *Certainty Factor*.

1.6 Sistematika pembahasan

Skripsi ini disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah dan sistematika pembahasan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang dasar teori – teori tanaman kedelai serta metode *Certainty Factor*.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas metode yang digunakan dalam mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman kedelai dengan menggunakan metode *Certainty Factor* meliputi studi literatur, pengumpulan data, analisis kebutuhan perangkat, perancangan sistem, implemantasi, pengujian dan analisis sistem, dan pengambilan keputusan.

4. BAB IV PERANCANGAN

Bab ini membahas analisis kebutuhan dan perancangan sistem untuk mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman kedelai menggunakan metode *Certainty Factor*.

5. BAB V IMPLEMENTASI

Bab ini menjelaskan proses implementasi dari perancangan sistem untuk mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman kedelai menggunakan metode *Certainty Factor*.

6. BAB VI PENGUJIAN

Bab ini memuat hasil pengujian sistem dalam mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman kedelai menggunakan metode *Certainty Factor*.

7. BAB VII PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan dan pengujian sistem dalam mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman kedelai pada Badan Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) menggunakan metode *Certainty Factor* dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai kajian pustaka serta dasar teori yang berhubungan dengan Sistem Pakar Mendiagnosa Hama dan Penyakit pada Tanaman Kedelai. Kajian pustaka membahas penelitian – penelitian yang telah ada sebelumnya. Penelitian tersebut antara lain Sistem Pakar Berbasis Web Untuk Diagnosa Awal Penyakit THT dan Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Atherosklerosis Menggunakan Metode Certainty Factor (CF). Sedangkan dalam dasar teori berisikan mengenai teori – teori serta metode yang akan digunakan dalam penelitian. Dasar teori yang digunakan antara lain Sistem Pakar, Hama dan Penyakit Tanaman Kedelai, *Certainty Factor*.

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian yang akan dibahas yaitu “*Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit dan Hama Pada Tanaman Kedelai*” dimana berupa aplikasi sistem pakar yang berbasis web dengan menggunakan metode *Certainty Factor*. Fokus permasalahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu berupa penyakit dan hama utama yang terdapat pada tanaman kedelai. Dan juga dalam sistem ini terdapat gejala – gejala yang berbeda – beda disetiap penyakit dan hama, dimana terdapat 23 gejala dari 3 jenis penyakit utama dan 4 jenis hama utama. Untuk menentukan penyakit apa yang cocok dengan gejala tersebut dapat dengan melihat nilai bobot dari setiap gejala. Tak hanya menentukan penyakit dan hama yang menyerang tanaman kedelai tetapi juga dengan pengenalannya.

Pada penelitian sebelumnya dengan judul Sistem Pakar Berbasis Web Untuk Diagnosa Awal Penyakit THT oleh Wahyu Prabowo, Muhammad Arief W., dan Bagus Santosa melakukan penelitian dengan menggunakan metode *certainty factor*. Pada sistem ini dapat memberikan diagnosa awal penyakit THT yang diderita oleh penderita, dari gejala yang dirasakan oleh pasien, tanpa harus bertanya kepada pakar. Hasil para peneliti menunjukkan bahwa CF dapat digunakan sebagai cara dalam mengatasi ketidakpastian untuk kasus diagnosa awal THT.

Penelitian lainnya oleh Berry Pomber Marpaung dengan judul penelitian Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Atherosklerosis Menggunakan Metode *Certainty Factor*. Sistem ini digunakan untuk mendiagnosa awal penyakit atherosklerosis berdasarkan gejala yang dirasakan. Sistem juga akan menampilkan besarnya kepercayaan gejala terhadap kemungkinan penyakit yang diderita. Besarnya nilainya tersebut berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode *certainty factor*. Dan dengan menggunakan representasi pengetahuan berupa *production rule* serta dengan mesin inferensi untuk mendapatkan konklusi, *forward chaining*.

2.2 Sistem Pakar

Pada pertengahan tahun 1960, cabang dari *Artificial Intelligenci* (AI) yaitu sistem pakar mulai dikembangkan. *Knowledge-based expert system* merupakan istilah asal dari sistem pakar. Dimana istilah ini muncul karena dalam memecahkan suatu masalah, dibutuhkan pengetahuan pakar yang akan dimasukkan oleh sistem pakar kedalam komputer. Seorang yang bukan pakar akan menggunakan sistem pakar untuk meningkatkan kemampuan dalam memecahkan masalah, sedangkan seorang pakar menggunakan sistem pakar sebagai *knowledge assistant*.

2.2.1 Karakteristik Sistem Pakar

Ada pula karakteristik dari sistem pakar yaitu sebagai berikut :

1. Terbatas pada domain keahlian tertentu.
2. Dapat memberikan penalaran untuk data – data yang tidak lengkap atau tidak pasti.
3. Dapat menjelaskan alasan – alasan dengan cara yang dapat dipahami.
4. Bekerja berdasarkan kaidah / rule tertentu.
5. Mudah dimodifikasi.
6. Basis pengetahuan dan mekanisme inferensi terpisah.
7. Keluarannya bersifat anjuran.
8. Sistem dapat mengaktifkan kaidah secara searah yang sesuai, dituntun oleh dialog dengan pengguna.

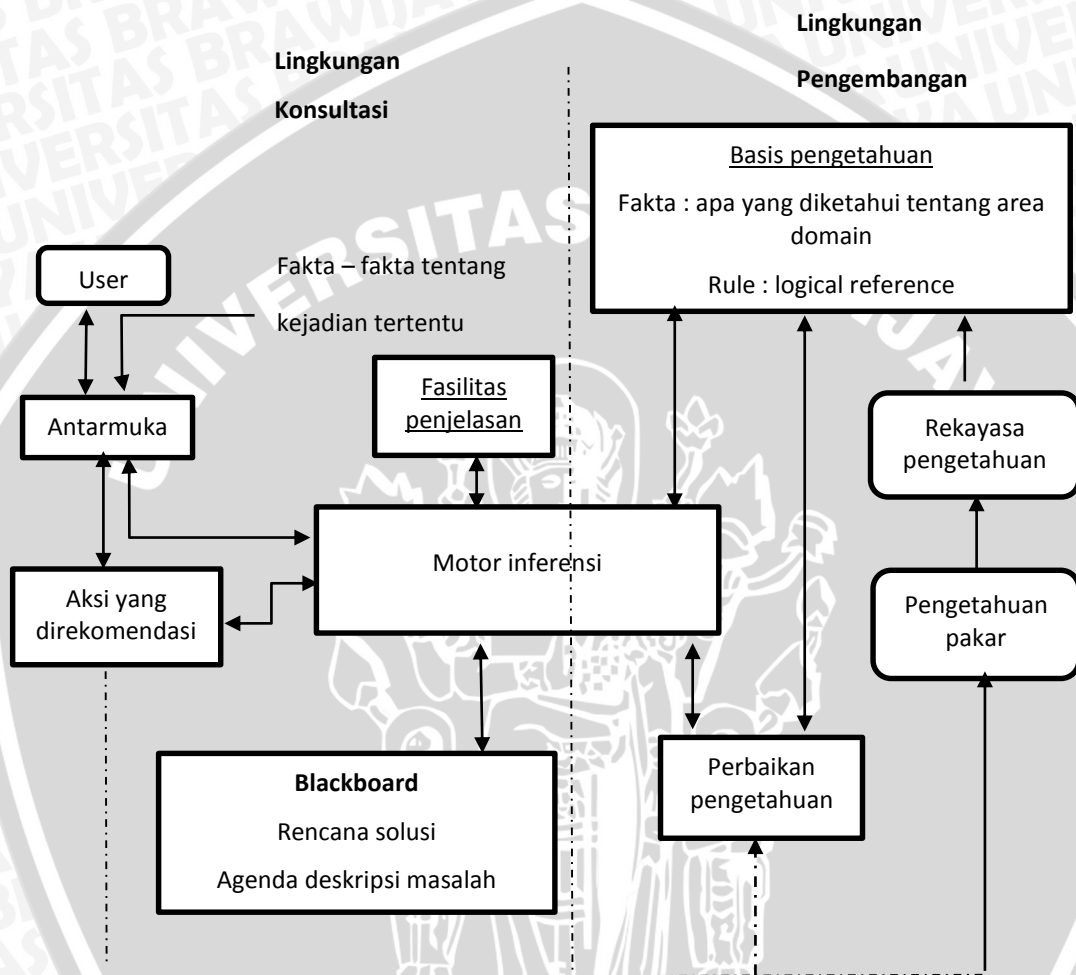
2.2.2 Konsep Dasar Sistem Pakar

Terdapat enam hal dasar yang meliputi sistem pakar, yaitu antara lain :

- a. **Kepakaran**
Suatu pengetahuan yang didapatkan dari pelatihan, membaca, serta pengalaman.
- b. **Pakar**
Seseorang yang mempunyai suatu pengetahuan, pengalaman, metode khusus, serta mampu menerapkan keilmuannya untuk memecahkan masalah.
- c. **Pemindahan Kepakaran**
Dengan tujuan memindahkan pemakaran dari pakar ke sistem komputer, kemudian ke pengguna.
- d. **Inferensi**
Prosedur yang mempunyai kemampuan dalam melakukan penalaran.
- e. **Aturan – aturan**
Suatu peraturan yang disimpan dalam bentuk rule yang berfungsi sebagai prosedur pemecahan masalah.
- f. **Kemampuan menjelaskan**
Penjelasan yang dilakukan dalam subsistem.

2.2.3 Arsitektur Sistem Pakar

Suatu sistem pakar disusun oleh dua bagian utama yang terdiri dari lingkungan konsultasi serta lingkungan pengembangan. Lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna yang bukan pakar untuk mendapatkan pengetahuan pakar. Sedangkan lingkungan pengembangan digunakan oleh pakar untuk memasukkan pakar ke dalam lingkungan.



Gambar 2.1 Arsitektur Sistem Pakar

1. Akuisisi Pengetahuan

Digunakan untuk memasukkan pengetahuan dari seorang pakar dengan cara merekayasa pengetahuan agar dapat diproses oleh komputer dan kemudian di letakkan di dalam basis pengetahuan dengan format tertentu, yaitu dalam bentuk representasi pengetahuan.

2. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*)

Berisi pengetahuan yang diperlukan dalam memahami, merumuskan, serta memecahkan suatu persoalan. Dua elemen dasar yang mencakup basis pengetahuan yaitu :

- a. Fakta, misalnya situasi, kondisi ataupun permasalahan yang ada.
- b. Rule, mengarahkan pengguna pengetahuan dalam memecahkan suatu masalah.

3. Mesin Inferensi (*Inference Engine*)

Merupakan program komputer yang menyediakan suatu metodologi pertimbangan informasi dalam basis pengetahuan serta dalam *workspace* yang digunakan untuk menarik kesimpulan.

Tiga elemen utama dalam mesin inferensi adalah :

- *Interpreter*, elemen yang mengeksekusi suatu agenda yang telah dipilih dan kemudian mengaplikasikannya kepada basis pengetahuan rule yang berhubungan.
- *Scheduler*, elemen yang berfungsi sebagai penjaga kontrol pada agenda. Dimana memperkirakan akibat dari pengaplikasian rule yang menampakkan prioritas item lain pada agenda.
- *Consistency Enforcer*, elemen yang menjaga konsistensi representasi solusi yang akan muncul.

4. Daerah Kerja (*Blackboard*)

Daerah kerja akan merekam hasil sementara yang akan menjadi suatu kesimpulan serta untuk menjelaskan suatu masalah yang terjadi. Sebagai basis data, *blackboard* di butuhkan pada sistem pakar. Tiga keputusan yang dapat direkam pada *blackboard* :

- Rencana, bagaimana dalam menghadapi masalah.
- Agenda, suatu aksi potensial yang menunggu untuk dieksekusi.
- Solusi, calon aksi yang dibangkitkan.

5. Antarmuka Pengguna (*User Interface*)

Perangkat lunak yang menyediakan media komunikasi antar pengguna dengan sistem yang merupakan fungsi dari *user interface*.

6. Subsistem Penjelasan

Fungsi dari subsistem penjelasan yaitu memberikan penjelasan kepada pengguna bagaimana suatu kesimpulan didapatkan. Bagi pengguna, kemampuan ini sangat penting untuk mengetahui proses pemindahan keahlian pakar maupun dalam pemecahan masalah.

7. Sistem Perbaikan Pengetahuan

Sistem perbaikan pengetahuan pada pakar diperlukan dalam menganalisa pengetahuan, kemudian belajar dari masa lalu, serta memperbaiki pengetahuan yang dapat dipakai di masa mendatang. Kemampuan ini diperlukan pada program agar dapat menganalisis alasan kesuksesan serta

kegagalan dalam mengambil kesimpulan. Dengan cara ini akan dihasilkan basis pengetahuan serta penalaran yang lebih baik dan lebih efektif.

8. Pengguna (*User*)

Pengguna sistem pakar pada umumnya bukanlah seorang pakar yang membutuhkan solusi serta saran, ataupun pelatihan dari berbagai permasalahan yang ada.

2.2.4 Representasi Pengetahuan

Representasi pengetahuan merupakan cara dalam menyajikan suatu pengetahuan pada suatu gambaran seperti skema atau diagram dimana terdapat relasi antar pengetahuan. representasi pengetahuan juga dibutuhkan dalam memudahkan memecahkan prosedur suatu masalah dalam mengakses informasi dengan mendapatkan sifat – sifat yang penting dalam masalah tersebut. Kelompok dalam representasi pengetahuan adalah sebagai berikut :

1. Representasi Logika

Terdapat dua jenis dalam representasi logika yang menggunakan ekspresi – ekspresi logika formal, adalah sebagai berikut :

a. Logika Proposisi

Proposisi atau pernyataan merupakan kalimat deklaratif yang mempunyai nilai, benar saja atau salah saja. Jika terdapat dua atau lebih proposisi, dapat digabungkan lima operator yaitu ekuivalensi ($\leftrightarrow$), if – then ($\rightarrow$), not ($\neg$), and ($\wedge$), or ($\vee$). Kesimpulan yang didapatkan pada logika proposisi yaitu berdasarkan pada hukum inferensi yang ada.

b. Logika Predikat

Suatu pernyataan pada logika predikat dibedakan menjadi dua, argumen atau objek dan predikat atau keterangan. Setiap pertanyaan akan dibawa pada enam operator logika predikat yang terdiri dari not ($\neg$), implikasi ($\rightarrow$). And ($\wedge$), or ($\vee$), untuk setiap ($\forall$), terdapat ($\exists$).

2. Frame

Struktur data yang digunakan dalam merepresentasikan pengetahuan dengan berdasarkan karakteristik yang ada dalam frame. Terdapat dua jenis elemen dasar dari frame, yaitu :

a. Slot

Merupakan kumpulan atribut yang menjelaskan objek yang direpresentasikan oleh frame. Isi dalam slot mengenai identifikasi frame, informasi baru, penggambaran persyaratan yang dibutuhkan dalam frame, dan lain – lain.

b. Sub – slot

Yang menjelaskan prosedur atribut pada slot disebut dengan sub – slot. Bentuk – bentuk sub – slot antara lain value, default, range, if added, dan lain – lain.

3. Jaringan Sematik

Jaringan sematik merupakan sebuah jaringan data dan informasi dimana menunjukka hubungan antara berbagai objek, dan informasi yang terhubung adalah informasi yang proporsional yaitu pernyataan yang dapat bernilai benar atau salah.

Struktur dalam jaringan sematik terdiri dari node atau simpul yang menyatakan objek dan busur atau menyaakan links dimana link berguna sebagai penunjuk hubungan antara simpul – simpul tersebut.

4. Aturan Produksi

Representasi pengetahuan yang menghubungkan premis dengan konklusi yang diakibatkan adalah aturan produksi. Bentuk dalam aturan produksi adalah if – then. Dengan struktur if premis – then konklusi.

5. Object – Atribut – Value (OAV)

Objek dapat berupa fisik atau konsep. Dan atribut merupakan sifat atau karakteristik dari objek tersebut. Sedangkan value atau nilai merupakan besaran/takaran/nilai dari atribut tersebut pada situasi tertentu, dapat berupa numeric, string, maupun boolean. Sebuah objek yang memiliki beberapa atribut, bisa disebut dengan OAV Multi – attribute.

Contoh dari OAV ditunjukkan pada tabel berikut :

Object	Atrribute	Value
Mangga	Warna	Hijau, orange
Mangga	Berbiji	Tunggal
Pisang	Warna	Hijau, kuning

2.3 Tanaman Kedelai

Sejak 2500 SM, salah satu tanaman asli yang berasal dari Cina dan kemudian dibudidayakan adalah Kedelai. Pada awal ke-19, kedelai mulai ikut tersebar di berbagai negara seperti Jepang, Korea, Australia, Amerika, India serta Indonesia dalam perdagangan antarnegara. Di Indonesia sendiri kedelai sudah dikenal sejak abad ke-16 yang berawal dari Pulau Jawa, Bali, Nusa Tenggara dan berlanjut ke pulau – pulau lainnya.

Glycine Soja dan *Soja max* pada awalnya merupakan beberapa nama botani kedelai. Pada tahun 1948, *Glycine max* (L.) Merill disepakati sebagai nama botani yang dapat diterima pada sebuah istilah ilmiah.

2.3.1 Jenis Hama Utama yang Menyerang Tanaman Kedelai

Beberapa jenis hama utama atau hama yang sering menyerang tanaman kedelai adalah sebagai berikut :

1. Lalat Bibit Kacang (*Ophiomya Phaseoli*)

Lalat ini menyerang sejak tanaman muda sampai umur 10 hari. Lalat betina meletakkan telur yang berukuran panjang 0,31 mm dan lebar 0,15 mm berwarna putih seperti mutiara di dalam lubang tusukan antara epidermis atas dan bawah keping biji atau disisipkan didalam jaringan mesofil dekat pangkal biji atau pangkal helai daun pertama atau kedua pada tanaman muda yang baru tumbuh.

Telur kemudian akan menetas dan keluar dari larva setelah dua hari. Kemudian masuk kedalam keping biji atau pangkal helai daun pertama dan kedua, dan membuat lubang gerakan. Kemudian menggerek batang melalui kulit batang sampai ke pangkal batang dan berubah menjadi kepompong.

Serangan lalat ini ditandai dengan bintik – bintik putih pada keping biji, daun pertama dan kedua. Bintik tersebut merupakan bekas tusukan alat peletak telur.



Gambar 2.2 Lalat Bibit Kacang
Sumber : (Marwoto, dkk, 2011)

2. Kutu Bemisia (*Bemisia tabaci Gennadius*)

Ukuran tubuh serangga dewasa yang berwarna putih serta dengan sayap yang bening dan ditutupi lapisan lilin yang bertepung, berkisaran 1 – 1,5 mm. Telur dengan warna kuning terang dan bertangkai seperti kerucut, diletakkan serangga dewasa di bawah permukaan bawah daun muda. Selama 6 hari stadia pada telur berlangsung. Serangga yang baru keluar dari telur berwarna putih pucat dan memiliki bentuk tubuh bulat.

Serangga muda dan dewasa mengisap cairan pada daun. Ekskreta pada kutu kebul menghasilkan embun madu yang menyebabkan tanaman sering terlihat berwarna hitam.



Gambar 2.3 Kutu Bemisia
Sumber : (Marwoto, dkk, 2011)

3. Ulat Grayak (*Spodaptera litura Fabricius*)

Telur akan diletakkan pada daun secara berkelompok, dengan setiap kelompok terdiri dari 20 – 700 butir yang ditutupi oleh bulu berwarna merah kecoklatan dan kemudian akan menetas setelah 3 hari. Ulat yang baru keluar akan memakan bagian epidermis daun setelah itu akan mulai berpencar. Ulat grayak yang aktif akan meninggalkan epidermis atas dan tulang daun pada malam hari. Kepompong akan terbentuk di dalam tanah dan berubah menjadi ngengat dewasa setelah 9 – 10 hari.

Ulat dewasa memakan daun, selain itu memakan polong muda serta tulang daun muda, sedangkan untuk daun tua, tulang – tulangnya yang akan tersisa.



Gambar 2.4 Ulat Grayak

Sumber : (Marwoto, dkk, 2011)

4. Penggerek Polong Kedelai (*Etiella zinckenella* Treit, *Etiella hobsni* Butler)

Serangga dewasa *E. Zincknella* ini berwarna keabu – abuan dan memiliki garis putih pada sayap depan sedangkan pada *E. Hobsoni* tidak memilikinya. Telur yang berbentuk lonjong dengan diameter 0,6 mm diletakkan dibagian bawah daun, kelopak bunga atau pada polong dengan dikelompokkan 4 – 15 butir. Telur akan menetas 3 – 4 hari dan menjadi ulat berwarna putih kekuningan yang kemudian berubah menjadi hijau dengan garis merah memanjang. Ulat akan menggerek kulit polong dan biji, kemudian hidup di dalam biji. Kemudian kepompong dibentuk di dalam tanah dengan ukuran panjang 13 – 15 mm dan lebar 2 – 3 mm dan setelah 9 – 15 hari berubah menjadi ngengat.

Serangan ini memiliki tanda berupa lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong. Ulat meninggalkan polong jika terdapat dua lubang gerek pada polong.



Gambar 2.5 Penggerek Polong Kedelai

Sumber : (Marwoto, dkk, 2011)

2.3.2 Jenis Penyakit Utama yang menyerang Tanaman Kedelai

Penyakit utama atau penyakit yang sering terserang pada tanaman kedelai adalah sebagai berikut :

1. Penyakit Karat (*Phakospora pachyrhizi*)

Gejala yang terlihat pada daun pertama yaitu adanya bercak yang berisi uredia atau badan buah yang memproduksi spora. Kemudian bercak akan berkembang pada daun di bagian atasnya dengan bertambahnya umur pada tanaman. Warna bercak adalah coklat kemerah seperti warna karat dan terletak pada permukaan bawah daun dan terkadang terlihat pada bagian batang dan tangkai daun. Ukurannya sampai 1 mm dan umumnya bersudut banyak.



Gambar 2.6 Penyakit Karat

Sumber : (Marwoto, dkk, 2011)

2. Downy Mildew (*Peronospora manshurica*)

Adanya bercak berukuran 1 – 2 mm pada permukaan bawah daun dengan warna putih kekuningan serta dengan bentuk umum bulat dengan batas yang jelas merupakan gejala pada penyakit ini. Bercak kadang akan menyatu dengan bercak yang lain sehingga lebih lebar dan menyebabkan bentuk daun menjadi abnormal, kaku, serta mirip seperti penyakit yang terkena oleh virus. Di pagi hari yang dingin, akan timbul miselium dan konidium pada permukaan bawah daun.



Gambar 2.7 Downy Mildew

Sumber : (Marwoto, dkk, 2011)

3. Penyakit Virus Mosaik (SVM)

Gejala yang ditimbulkan yaitu kurang jernihnya tulang daun pada daun yang masih muda. Kemudian daun menjadi berkerut serta terdapat gambar mosaik dengan warna hijau gelap di sepanjang tulang daunnya. Pada tepi daun pun mengalami klorosis. Selain itu pada biji yang tertular penyakit ini menyebabkan biji mengecil serta jumlah biji berkurang.

Penurunan hasil akan berkurang dengan kisaran 50% - 90% jika penularan virus terjadi pada tanaman yang lebih muda.



Gambar 2.8 Penyakit Virus Mosaik
Sumber : (Marwoto, dkk, 2011)

2.3.3 Pengendalian Hama dan Penyakit Utama pada Tanaman Kedelai

Setiap hama dan penyakit pada tanaman kedelai, memiliki tahap – tahap pengendalian yang berbeda. Pengendalian setiap jenis hama dan penyakit akan dijelaskan sebagai berikut :

Pengendalian hama utama pada tanaman kedelai :

Tabel 2.1 Pengendalian Pada Hama Utama Tanaman Kedelai

Hama	Pengendalian
Lalat Bibit Kacang	- Mulsa jerami - Perlakuan benih pada daerah endemik - Menyemprotkan insektisida saat tanaman berumur 7 hari.
Kutu Bemisia	- Tanam serempak - Pemantauan secara rutin, apabila populasi tinggi maka semprot insektisida.
Ulat Grayak	- Tanam serempak - Varietas toleran - <i>Spodoptera litura</i> Nuclear Polyhedrosis Virus (SiNPV) - Semprot insektisida bila mencapai ambang kendali (kerusakan daun 12,5%)
Penggerek Polong Kedelai	- Tanam serempak - Pelepasan parasitoid <i>Trichogramma bactrae-bactrae</i> - Semprot insektisida

Pengendalian pada penyakit utama tanaman kedelai :

Tabel 2.2 Pengendalian Pada Penyakit Utama Tanaman Kedelai

Penyakit	Pengendalian
Karat	- Menanam varietas tahan - Aplikasi fungisida mankoseb, triadimefon, bitertanol, difenokonazol.
Downy Mildew	- Perawatan benih dengan fungisida - Membenamkan tanaman terinfeksi - Rotasi tanam selama 1 tahun atau lebih
Virus Mosaik (SVM)	- Mengurangi sumber penularan virus - Menekan populasi serangga vektor - Menanam varietas toleran

2.4 Metode Inferensi

Dalam sistem pakar, metode inferensi merupakan suatu bagian yang menyediakan mekanisme dalam fungsi berfikir serta pola penalaran sistem yang digunakan oleh sistem pakar. Metode ini dapat menganalisa masalah tertentu yang kemudian akan melanjutkan mencari jawaban atau kesimpulan yang terbaik. Metode ini bisa dapat memulai pelacakannya dengan mencocokkan kaidah dalam basis pengetahuan dengan fakta yang ada dalam basis data.

Dua metode inferensi adalah sebagai berikut :

1. Backward Chaining

Backward Chaining atau pelacakan ke belakang merupakan suatu metode inferensi yang berjalan mundur ke arah kondisi awal. Proses pertama diawali dengan goal, yang berada dibagian THEN dari rul IF – THEN, kemudian dilakukan pencocokan fakta – fakta yang ada apakah cocok dengan premis yang ada pada bagian IF.

Jika cocok, maka rule kemudian dieksekusi dan dihipotesis pada bagian THEN dan ditempatkan sebagai fakta baru. Sebaliknya, jika tidak cocok, maka disimpan pada stack sebagai subGoal. Kesimpulan didapatkan jika Goal ditemukan dan tidak ada rule lagi yang dapat membuktikan kebenarannya.

Contoh backward chaining :

Terdapat 10 aturan yang tersimpan dalam basis pengetahuan yaitu :

R1 : if A and B then C

R2 : if C then D

R3 : if A and E then F

R4 : if A then G

R5 : if F and G then D

R6 : if G and E then H

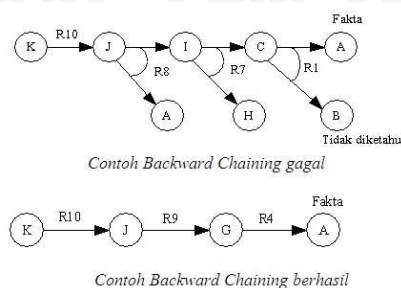
R7 : if C and H then J

R8 : if I and A then J

R9 : if G then J

R10 : if J then K

Fakta awal yang diberikan hanya A dan E, ingin membuktikan apakah K bernilai benar.



Gambar 2.9 Contoh Metode Backward Chaining

Sumber : <https://diskusikulia.wordpress.com/2010/10/18/forward-chaining-dan-backward-chaining/>

2. Forward Chaining

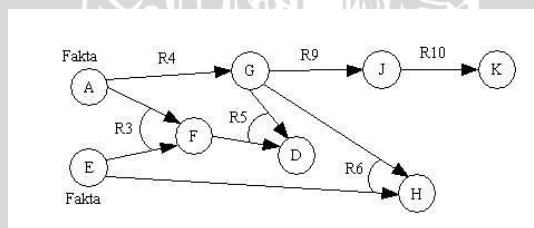
Pelacakan ke depan, sebutan lain dari Forward Chaining, merupakan metode yang diawali dengan fakta yang ada dan kemudian mencocokkan dengan fakta dengan bagian IF dari rule IF – THEN.

Jika sebuah rule dieksekusi, maka sebuah fakta baru, bagian dari THEN, ditambahkan kedalam database. Pencocokan dimulai dari rule yang paling atas, hanya boleh satu kali saja dieksekusi. Kesimpulan didapatkan bila tidak ada lagi rule yang dapat dieksekusi.

Metode pencarian yang digunakan adalah *Dept-First Search* (DFS), *Breadth-First Search* (BFS), atau *Best First Search*.

Contoh dari Forward Chaining adalah sebagai berikut :

Dengan rule yang sama pada Backward Chaining, serta ingin membuktikan bahwa K benar, dengan fakta A dan E benar.



Gambar 2.10 Contoh Metode Forward Chaining

Sumber : <https://diskusikulia.wordpress.com/2010/10/18/forward-chaining-dan-backward-chaining/>

2.5 Ketidakpastian

Sistem dengan mudah dapat memberikan suatu solusi dengan pendekatan logika jika sistem kecerdasan buatan memiliki ilmu pengetahuan yang lengkap mengenai permasalahannya. Tetapi kadang sistem tidak dapat mengakses semua fakta yang ada pada permasalahannya, dengan begitu sistem mendapatkan jawaban suatu ketidakpastian dan kesamaran. Dalam menangani hal tersebut, maka sistem diharapkan menggunakan teknik – teknik khusus.

Teknik yang dapat digunakan dalam menangani permasalahan ketidakpastian terdapat tiga, yaitu sebagai berikut :

1. Teknik Probabilitas

Merupakan teknik yang memanfaatkan teoram bayes sehingga dikembangkan dalam menyajikan hubungan sebab akibat yang berada diantara *evidence* – *evidence* yang ada. Pendekatan lain yang dapat digunakan adalah *Certainty Factor*.

2. Faktor Kepastian

Merupakan teknik yang tertua pada teknik penalaran yang digunakan pada sistem MYCIN. Teknik tidak sepenuhnya menggunakan notasi propabilitas sehingga bersifat semi probabilitas.

3. Logika Fuzzy

Merupakan teknik yang dikenalkan oleh Zadeh pada tahun 1965, dan merupakan teknik baru. *Fuziness* merupakan nama konsep dengan teori yang dinamakan *Fuzzy Set Theory*. Pada teknik ini, setiap variabelnya memiliki rentang nilai tertentu dan kemudian digunakan dalam menghitung nilai fungsi keanggotaan.

2.6 Teori Certainty Factor

Pada tahun 1975, Shortlife dan Buchanan mengusulkan teori CF atau *Certainty Factor* dalam mengakomodasi suatu pemikiran dari seorang pakar. Dan teori ini berkembang sesuai dengan pembuatan sistem dari MYCIN. Seorang dokter, menurut tim pengembang MYCIN, sering kali menganalisa suatu informasi dengan jawaban atau ungkapan mungkin, kemungkinan besar, hampir pasti, dan sebagainya. Dengan adanya hal itu maka *certainty factor* dapat digunakan sebagai nilai dari tingkat keyakinan pakar terhadap masalah yang dihadapi.

Rule atau aturan yang digunakan dalam *Certainty Factor* secara umum adalah sebagai berikut :

$$\text{IF } E1 \text{ [AND/OR] } E2 \text{ [AND/OR] } \dots E_n \text{ THEN } H \text{ (CF = CFI)} \quad \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

$E1 \dots E_n$: fakta – fakta atau *evidence* yang ada.

H : hipotesa atau konklusi yang dihasilkan.

CF : tingkat keyakinan (*certainty factor*) terjadinya hipotesa H akibat adanya fakta – fakta $E1$ s/d E_n .

Dan untuk saat ini, terdapat dua model yang sering digunakan dalam menghitung CF dari sebuah rule, yaitu :

1. Menggunakan metode '*Net Belief*' dimana diusulkan oleh E. H. Shortliffe dan B. G. Buchman.

$$CF(\text{Rule}) = MB(H, E) - MD(H, E) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$MB(H|E) = \frac{1}{\max[P(H|E), P(H)] - P(H)} \quad \text{if } P(H) = 1$$

$$\text{otherwise} \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$MD(H|E) = \frac{1}{\min[P(H|E), P(H)] - P(H)} \quad \text{if } P(H) = 0$$

$$\text{otherwise} \quad \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

CF(Rule) : faktor kepastian

MB(H, E) : *measure of belief* (ukuran kepercayaan) terhadap hipotesis H, jika diberikan *evidence* E (antara 0 dan 1)

MD(H, E) : *measure of disbelief* (ukuran ketidakpercayaan) terhadap *evidence* H, jika diberikan *evidence* E (antara 0 dan 1)

P(H) : probabilitas kebenaran hipotesis H

P(H|E) : probabilitas bahwa H benar karena fakta E

2. Menggunakan hasil wawancara dengan seorang pakar. Nilai CF(Rule) dan juga bobot dari masing – masing *evidence* didapatkan dari interpretasi istilah dari pakar sehingga menjadi nilai bobot CF tertentu. Nilai CF dapat dilihat pada tabel 2.1

Uncertain Term	CF
Pasti tidak (<i>Definitely not</i>)	-1,0
Hampir pasti tidak (<i>Almost Certainly Not</i>)	-0,8
Kemungkinan besar tidak (<i>Probably not</i>)	-0,6
Mungkin tidak (<i>Maybe Not</i>)	-0,4
Tidak tahu (<i>Unknown</i>)	-0,2 to 0,2
Mungkin (<i>Maybe</i>)	0,4
Kemungkinan besar (<i>Probably</i>)	0,6
Hampir pasti (<i>Almost Certainly</i>)	0,8
Pasti (<i>Definitely</i>)	1,0

Dan pada metode *Certainty Factor* juga terdapat perhitungan *certainty factor* gabungan, yaitu :

1. Rule dengan *evidence* E tunggal dan Hipoteses H tunggal

IF E THEN H (CF Rule)

$$CF(H,E) = CF(E) \times CF(Rule) \quad \dots\dots\dots(5)$$

Dengan catatan bahwa nilai CF(Rule) telah ditentukan oleh pakar, sedangkan nilai CF(E) ditentukan oleh pengguna saat berkonsultasi dengan sistem pakar.

2. Rule dengan *evidence* E ganda dan Hipoteses H tunggal

IF E1 AND E2 AND En THEN H (CF Rule)

$$CF(H,E) = \min[CF(E1), CF(E2), \dots, CF(En)] \times CF(Rule) \quad \dots\dots\dots(6)$$

IF E1 OR E2 OR En THEN H (CF Rule)

$$CF(H,E) = \max[CF(E1), CF(E2), \dots, CF(En)] \times CF(Rule) \quad \dots\dots\dots(7)$$

3. Kombinasi dua buah rule dengan *evidence* berbeda (E1 dan E2) tetapi hipotesis sama.

IF E1 THEN H Rule 1 $CF(H,E1) = CF1 = C(E1) \times CF(Rule1)$

IF E2 THEN H Rule 2 $CF(H,E2) = CF2 = C(E2) \times CF(Rule2)$

$$CF(CF1,CF2) = \begin{cases} CF1 + CF2(1 - CF1) & \text{jika } CF1 > 0 \text{ dan } CF2 > 0 \\ \frac{CF1+CF2}{1-\min[|CF1|,|CF2|]} & \text{jika } CF1 < 0 \text{ atau } CF2 < 0 \\ CF1 + CF2X(1 + CF1) & \text{jika } CF1 < 0 \text{ dan } CF2 < 0 \end{cases} \quad \dots\dots\dots(8)$$

2.6.1 Kelebihan Dan Kekurangan Metode *Certainty Factor*

Certainty Factor memiliki kelebihan dan kekurangan. Untuk kelebihan yang dimiliki adalah sebagai berikut :

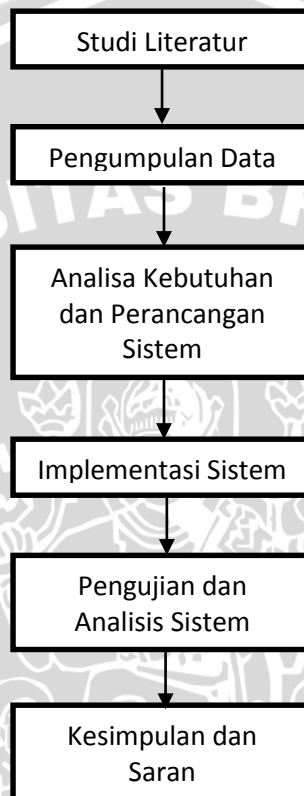
1. Metode ini cocok digunakan pada sistem pakar dalam mengukur sesuatu apakah pasti atau tidak pasti. Contohnya yaitu dalam mendiagnosa suatu penyakit.
2. Dalam metode ini, dalam sekali hitung hanya dapat menggunakan dua data saja sehingga dapat terjaga keakuratannya.

Sedangkan kekurangannya :

1. Pemodelan ketidakpastian yang menggunakan perhitungan metode *certainty factor* biasanya masih diperdebatkan
2. Untuk data yang dimiliki lebih dari dua data, maka harus dilakukan beberapa kali pengolahan data.

BAB 3 METODOLOGI

Bab ini akan menjelaskan mengenai langkah – langkah yang akan digunakan yaitu meliputi studi literatur, pengumpulan data, analisa kebutuhan dan perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, serta pengambilan keputusan. Tahapan dalam penelitian tersebut dapat diilustrasikan dengan blok diagram seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Metode Penelitian

3.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan bagian dalam mempelajari dasar teori yang digunakan dalam menunjang penulisan skripsi ini, yaitu meliputi :

- Hama Utama Tanaman Kedelai
- Penyakit Utama Tanaman Kedelai
- Sistem Pakar
- Certainty Factor*

Literatur tersebut dapat diperoleh dari buku, jurnal, ebook, serta penelitian sebelumnya.

3.2 Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data penelitian yang dibutuhkan adalah jenis – jenis hama dan penyakit utama pada tanaman kedelai, gejala – gejala ang ada pada hama dan penyakit, serta pengendalian terhadap hama dan penyakit tanaman kedelai. Sumber data diperoleh dari hasil wawancara dengan Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S. di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian di Malang, Jawa Timur. Jabatan beliau di BPTP adalah sebagai Profesor Riset dibagian Hama dan Penyakit tanaman. Dengan wawancara tersebut, penulis mendapatkan data – data yang menunjang penulisan tugas akhir ini.

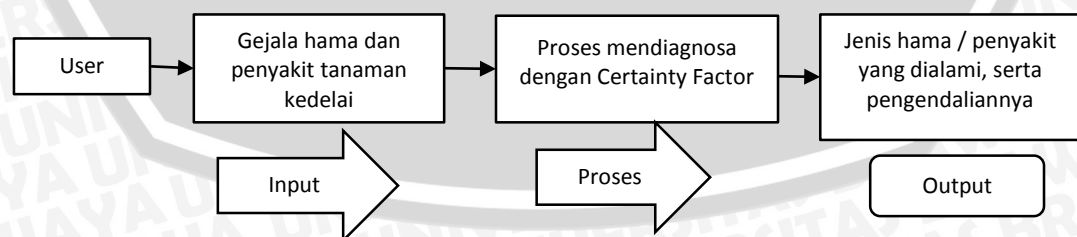
3.3 Analisa Kebutuhan dan Perancangan Sistem

Tahap yang dilakukan dalam perancangan sistem digunakan untuk mengimplementasikan metode *Certainty Factor*. Bagian dari perancangan sistem yaitu analisa kebutuhan, arsitektur sistem serta perancangan basis data.

Analisis kebutuhan berfungsi untuk memenuhi kebutuhan sistem yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Kebutuhan terdiri dari kebutuhan pengguna sistem, kebutuhan data, serta kebutuhan proses. Fungsi lain dari analisis kebutuhan yaitu untuk memberikan keluaran yang sama atau sesuai dengan tujuan dari sistem.

Perancangan sistem meliputi perancangan utama serta algoritma yang akan digunakan dalam sistem. Tahapan awal yang dilakukan orang awam maupun seorang pakar dalam mendiagnosa suatu hama dan penyakit yaitu dengan melihat gejala – gejala yang ada pada tanaman kedelai. Tingkat keyakinan yang dihasilkan akan semakin besar jika semakin spesifik yang dapat diamati. Dengan gejala yang diinputkan oleh user semakin spesifik maka diharapkan keputusan yang didapat akan mencapai prosentase yang semakin tinggi. Hasil akhir yang didapatkan yaitu berupa prosentase tingkat keyakinan CF serta pengendalian pada hama atau penyakit yang diderita.

Sedangkan untuk arsitektur sistem, digunakan sebagai penggambaran sistem dari pengguna awal menggunakan sistem hingga keluar output proses dari sistem. Gambaran dari sistem secara umum ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Desain Arsitektur Sistem

3.4 Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan setelah perancangan sistem ini sudah dibuat. Impelementasi sistem menggunakan bahasa pemograman PHP, database MySQL,

serta perangkat lunak lain yang mendukung. Implementasi ini menampilkan *user interface*.

3.5 Pengujian dan Analisis Sistem

Pengujian sistem ini berfungsi untuk menunjukkan sistem dapat bekerja sesuai dengan output yang diinginkan oleh pembuat sistem. Pengujian dilakukan akan dilakukan dengan memeriksa apakah dari sistem sudah dapat berjalan dengan baik dan tidak ada error.

Pengujian akan dilakukan dengan mengambil nilai rata – rata dari jumlah presentase maksimal setiap *rule* yang diujicobakan dan dibandingkan dengan rata – rata hasil pembobotan pakar. Untuk menguji fungsionalitas yang ada pada sistem pakar akan dilakukan pengujian dengan *black box*.

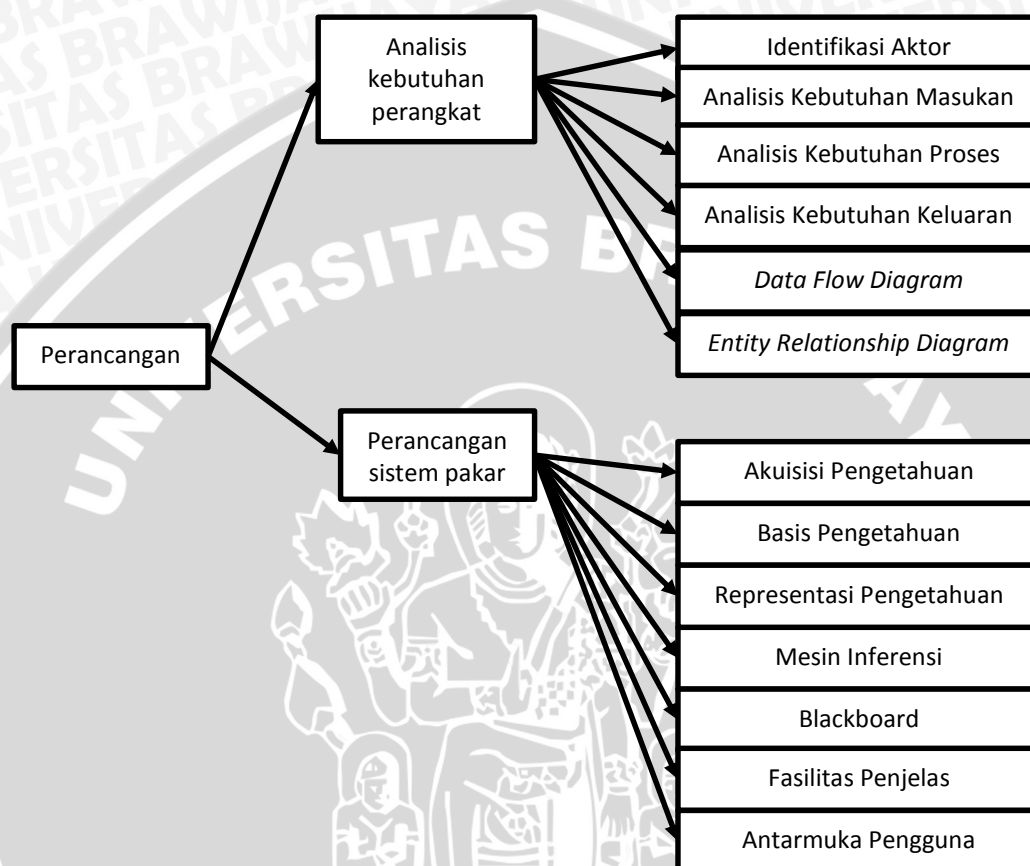
3.6 Kesimpulan

Setelah tahap – tahap sudah selesai dilakukan, maka tahap terakhir yang diambil yaitu pengambilan kesimpulan. Pengambilan ini berdasarkan analisis terhadap hasil pengujian. Tahap terakhir yang dilakukan adalah saran. Saran bertujuan sebagai perbaikan dan juga sebagai pertimbangan pada pengembang perangkat lunak selanjutnya.



BAB 4 PERANCANGAN

Bab ini akan menjelaskan mengenai tahap – tahap dari perancangan aplikasi “Sistem Pakar Mendiagnosa Hama dan Penyakit pada Tanaman Kedelai” dengan menggunakan metode *Certainy Factor* serta berbasis web. Perancangan dari sistem ini terdiri dari tiga tahap yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini :



Gambar 4.1 Pohon Perancangan

4.1 Analisis Kebutuhan Perangkat

Analisis kebutuhan perangkat merupakan analisa kebutuhan yang diawali dengan mengidentifikasi aktor – aktor yang terlibat serta penjabaran kebutuhan masukan dan keluaran. Analisis ini ditujukan sebagai penggambaran kebutuhan – kebutuhan yang harus disediakan oleh sistem agar memenuhi kebutuhan pengguna.

Data yang digunakan dalam sistem adalah sebagai berikut :

1. Hama dan penyakit utama tanaman kedelai.
2. Gejala pada hama dan penyakit utama tanaman kedelai.
3. Pengendalian pada hama dan penyakit utama tanaman kedelai.
4. Data nilai tiap gejala pada hama dan penyakit utama tanaman kedelai.

4.1.2 Identifikasi Aktor

Tujuan dari identifikasi aktor adalah untuk mengidentifikasi aktor – aktor apa saja yang terlibat dalam sistem pakar mendiagnosa hama dan penyakit pada tanaman kedelai. Aktor yang terlibat akan dijelaskan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.1 Deskripsi Aktor

Aktor	Deskripsi Aktor
Petani (PT)	Aktor dapat melihat informasi mengenai hama dan penyakit tanaman kedelai dan dapat mendiagnosa mengenai hama dan penyakit dengan mengakses log in terlebih dahulu.
Pakar (Admin)	Aktor dapat mengakses informasi dengan mengakses log in sebagai pakar serta dapat menambah, mengubah, dan menghapus data yang ada pada sistem.
Pengguna Umum (PU)	Aktor dapat melihat informasi mengenai hama dan penyakit pada tanaman kedelai serta dapat melakukan registrasi.

4.1.3 Analisa Kebutuhan Masukan

Pada tahap ini pakar memberikan masukan berupa :

1. Data gejala hama dan penyakit utama pada tanaman kedelai.
2. Data jenis hama dan penyakit utama pada tanaman kedelai.
3. Data aturan yang ditambahkan berdasarkan gejala serta jenis hama dan penyakit yang ditimbulkan.

Sedangkan user memberikan masukan berupa :

1. Data pengguna yaitu nama, jenis kelamin, alamat dan no. Telepon.

Masukan dari pakar dapat digunakan sebagai basis pengetahuan dari sistem dalam mendiagnosa hama dan penyakit tanaman kedelai. Selain itu juga terdapat daftar kebutuhan sistem. Daftar kebutuhan ini terdiri dari kolom yang menguraikan kebutuhan sistem yang harus disediakan oleh sistem serta terdapat kolom yang menunjukkan proses dari masing – masing kebutuhan. Daftar kebutuhan fungsional ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Daftar Kebutuhan Fungsional

ID	Requirements	Pengguna	Keterangan
HP_01	Sistem menampilkan informasi mengenai hama dan penyakit tanaman kedelai.	PT, PU, Admin	Informasi
HP_02	Sistem melakukan registrasi bagi pengguna baru	PU	Registrasi
HP_03	Sistem dapat menerima akses log in dari user dan pakar	PT, Admin	Log in

HP_04	Sistem mampu menerima dan mengelola data yang dimasukkan dari user	PT	Proses diagnosa
HP_05	Sistem mampu menampilkan hasil diagnosa hama dan penyakit	PT	Hasil diagnosa
HP_06	Sistem mampu mengelola data user	PT	Biodata
HP_07	Sistem dapat menyimpan hasil diagnosa yang dilakukan oleh user	PT	Daftar diagnosa
HP_08	Sistem dapat menerima perubahan data hama dan penyakit tanaman kedelai	Admin	List hama dan penyakit
HP_09	Sistem dapat menerima perubahan data gejala	Admin	List gejala
HP_10	Sistem dapat log out	PT, Admin	Log out

4.1.4 Analisa Kebutuhan Proses

Proses penalaran merupakan proses inti dari sistem ini. Sistem melakukan penalaran dalam menentukan hama atau penyakit apa yang ada pada tanaman kedelai berdasarkan gejala yang dimasukkan oleh pengguna. Adapun proses penalarannya adalah sebagai berikut :

1. Proses dalam menentukan gejala
2. Proses dalam perhitungan bobot tiap hama atau penyakit dari gejala yang diinputkan oleh user
3. Proses dalam pencarian bobot yang paling besar dari setiap hama atau penyakit yang telah dihitung.

4.1.5 Analisa Kebutuhan Keluaran

Data keluaran pada sistem ini merupakan hasil proses mendiagnosa dengan menggunakan perhitungan metode *certainty factor*. Hasil dari diagnosa berdasarkan fakta dari gejala – gejala yang muncul pada tanaman yang dimasukkan oleh pengguna. Hasil output sistem terdiri dari : nama, alamat, hasil diagnosa, prentase, pengendalian.

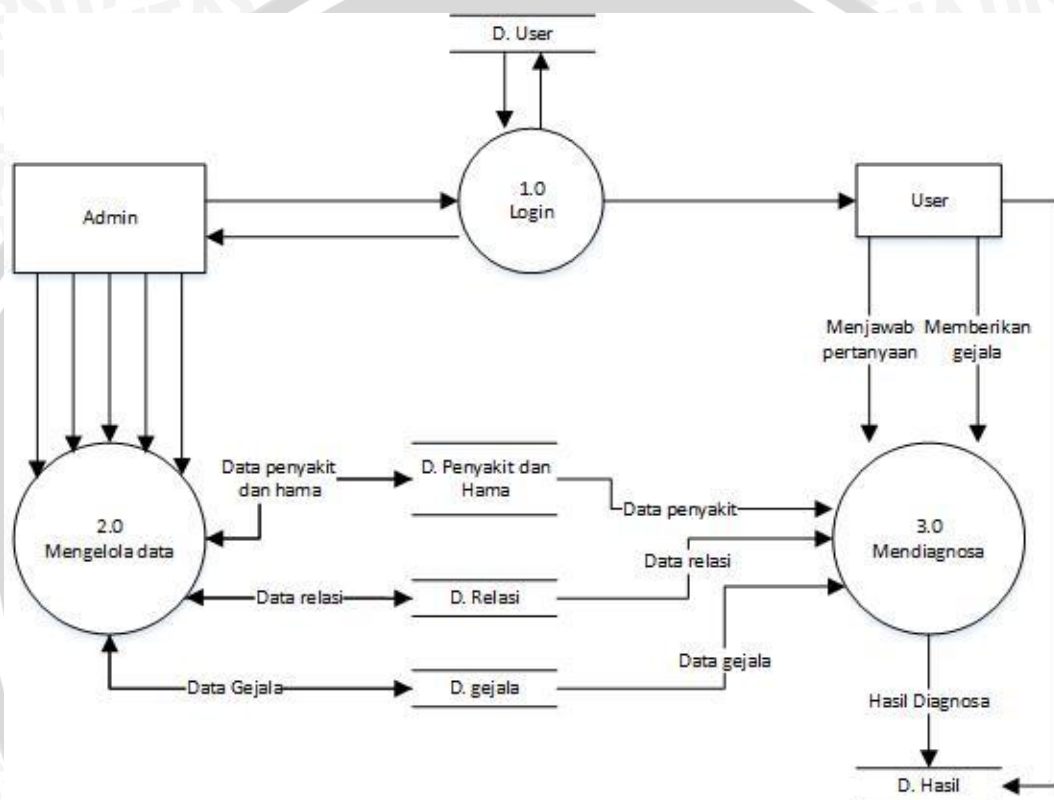
4.1.6 Data Flow Diagram (DFD)

DFD atau *Data Flow Diagram* merupakan diagram berupa aliran data yang ada pada suatu sistem dengan menggunakan data pada sistem tersebut. Berikut merupakan DFD Level 0 yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan DFD Level 1 yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.2 Data Flow Diagram Level 0

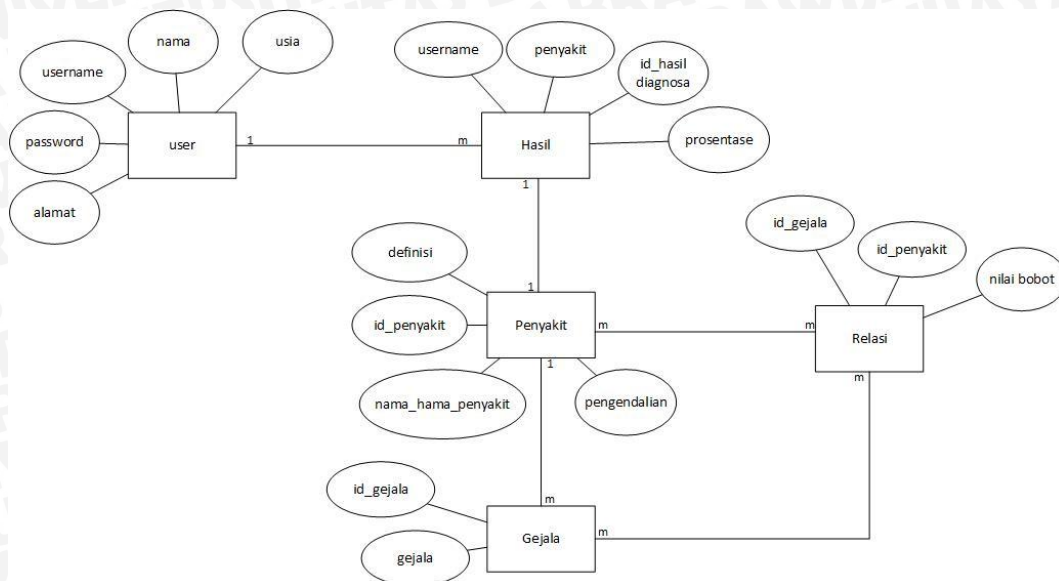
Pada DFD Level 1 terdapat tiga proses utama yang terdapat dalam sistem. Tiga proses utama tersebut meliputi proses login, proses mengelola data, dan proses mendiagnosa. Berikut gambar dari DFD Level 1.



Gambar 4.3 Data Flow Diagram Level 1

4.1.7 Diagram Entity Relationship Diagram (ERD)

ERD atau *Entity Relationship Diagram* merupakan diagram yang digunakan dalam mengidentifikasi jenis entitas serta hubungan yang ada. Yang terdapat dalam ERD yaitu komponen entitas serta relasi masing – masing dengan dilengkapi atribut. Atribut tersebut merupakan fakta yang didapatkan dari keadaan yang sebenarnya. ERD pada sistem pakar ini akan ditunjukkan pada Gambar 4.4.

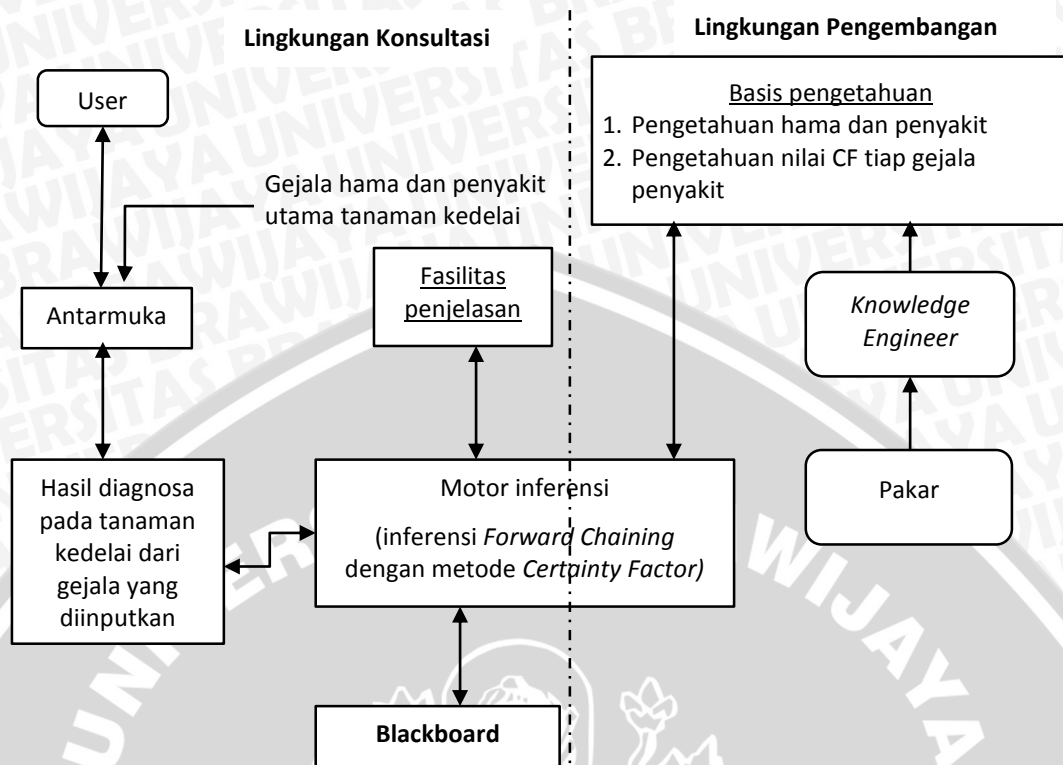


Gambar 4.4 Entity Relationship Diagram

4.2 Perancangan Sistem Pakar

Sistem pakar ini merupakan sistem pakar yang digunakan dalam mendiagnosa hama dan penyakit utama terutama pada tanaman kedelai. Metode yang digunakan dalam proses pengambilan kesimpulan yaitu menggunakan metode *certainty factor*. Dan dalam mencari nilai kepercayaan terbesar dari hasil perhitungan, menggunakan metode inferensi *forward chaining*.

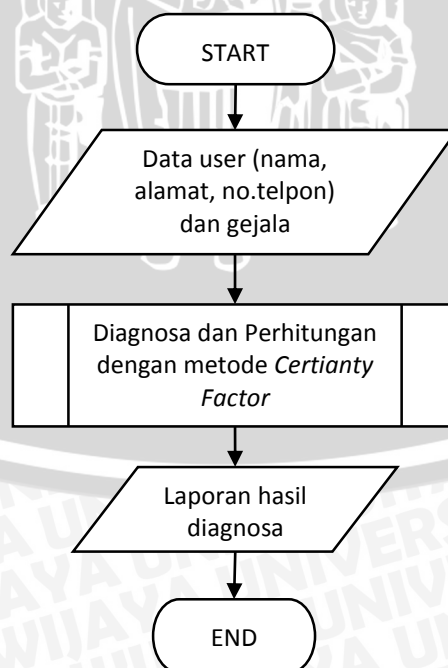
Tahapan yang dilakukan oleh sistem yaitu sistem menerima masukan berupa gejala – gejala yang ada pada tanaman oleh user, semakin spesifik gejala yang diamati diharapkan kesimpulan yang didapatkan mencapai presentasi yang semakin tinggi. Hasil akhir dari sistem berupa hama atau penyakit utama apa yang dialami oleh tanaman kedelai berdasarkan gejala yang dimasukan dan dengan presentasi tingkat keyakinan CF dan juga dengan pengendalian terhadap hama dan penyakit tersebut.



Gambar 4.5 Konsep Arsitektur Sistem Pakar

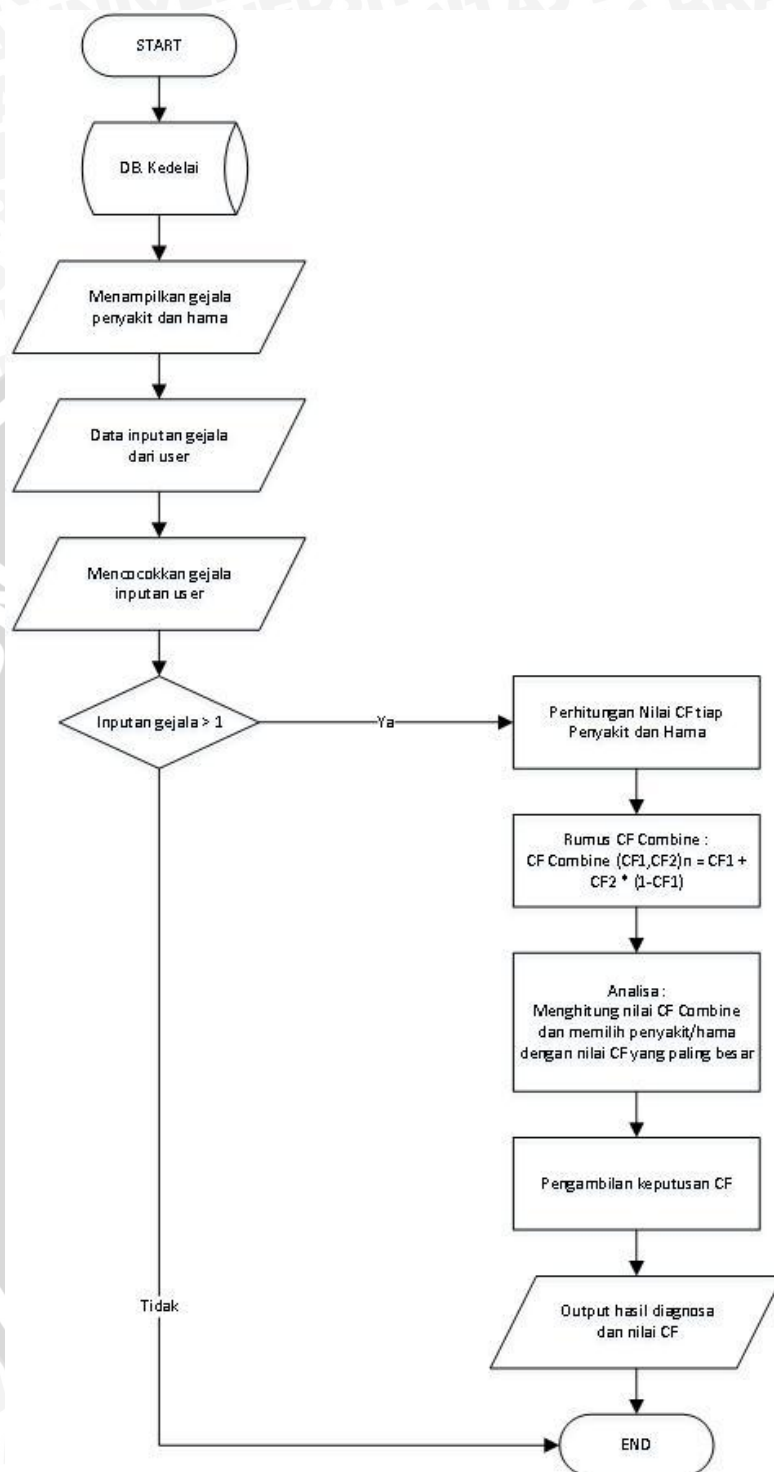
4.2.1 Flowchart Aplikasi

Flowchart atau diagram alir adalah visualisasi algoritma yang diterapkan dalam memecahkan persoalan pada sistem pakar. Pada gambar 4.6 akan ditunjukkan *flowchart* konsultasi pada sistem pakar.



Gambar 4.6 Flowchart Konsultasi Sistem Pakar

Dan berikut flowchart dari perhitungan dengan metode *certainty factor* pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Flowchart perhitungan dengan *Certainty Factor*

4.2.2 Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan adalah akumulasi, transfer serta transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari suatu sumber pengetahuan kedalam komputer. Kemudian sumber tersebut diletakkan kedalam basis pengetahuan dengan format – format tertentu. Bahan pengetahuan dapat didapatkan dengan berbagai cara yaitu seperti dari buku maupun internet ataupun pengetahuan yang berasal dari pakar. Metode yang digunakan dalam akuisis pengetahuan :

1. Wawancara

Tujuan dari wawancara ini untuk memperoleh domain dari masalah tertentu. Pada wawancara ini mengumpulkan informasi mengenai gejala hama dan penyakit tanaman kedelai yang terdiri dari 23 gejala. Setiap gejala akan diberi nilai oleh pakar yaitu nilai bobot CF. Dimana nilai bobot tersebut digunakan dalam perhitungan nilai presentase diagnosa hama dan penyakit dari gejala yang telah diinputkan oleh user. Daftar gejala serta nilai bobot dari hasil wawancara dapat dilihat pada tabel 4.4.

2. Analisa protokol (aturan)

Pakar, pada analisa protokol, akan diminta memberikan ungkapan dari proses pemikirannya. Proses ini akan dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan aturan basis pengetahuan tentang gejala yang dialami tanaman kedelai dan pemberian nilai bobot tiap gejala pada masing – masing hama dan penyakit sehingga dapat dijadikan data dalam perhitungan metode *certainty factor*.

- Data hama dan penyakit utama tanaman kedelai

a. Jenis hama utama tanaman kedelai.

No	Nama Hama	Kode Hama
1	Lalat Bibit Kacang	HP1
2	Kutu Bemisia	HP2
3	Ulat Grayak	HP3
4	Penggerek Polong Kedelai	HP4

b. Jenis penyakit utama tanaman kedelai.

No	Nama Penyakit	Kode Penyakit
1	Penyakit Karat	HP5
2	Downy Mildew	HP6
3	Penyakit Virus Mosaik (SMV)	HP7

c. Gejala yang terjadi jika tanaman kedelai terkena hama utama.

No	Gejala Hama	Kode Gejala
1	Ada bintik putih pada daun	G1
2	Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang	G2
3	Tanaman layu	G3

4	Keping biji gugur	G4
5	Pengisian polong tidak maksimal	G5
6	Pertumbuhan terhambat	G6
7	Tanaman berwarna hitam	G7
8	Banyak telur, nipa dan imogodu dibawah daun	G8
9	Tanaman kedelai tersisa tulang daun	G9
10	Polong rusak	G10
11	Terdapat larva di dalam polong	G11
12	Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji	G12
13	Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong	G13

d. Gejala yang terjadi jika tanaman kedelai terkena penyakit utama.

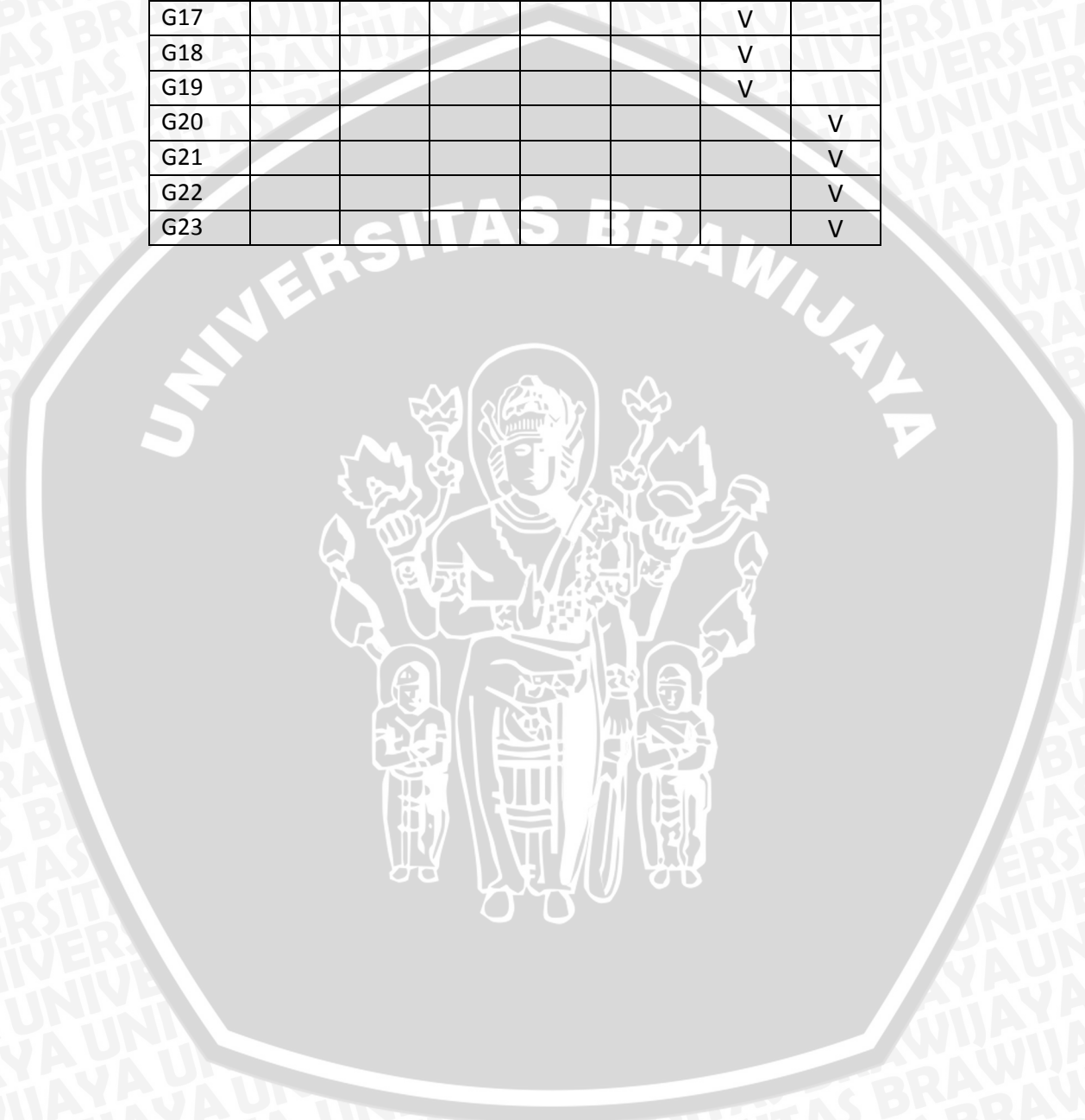
No	Gejala Hama	Kode Gejala
1	Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai	G14
2	Bentuk bercak menyudut berukuran sampai 1 mm	G15
3	Daun menjadi layu	G16
4	Ada daun yang kaku	G17
5	Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun	G18
6	Batang kedelai mengecil	G19
7	Bijinya mengecil	G20
8	Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih	G21
9	Daun mengkerut	G22
10	Terdapat gambar mozaik dan berwarna hijau gelap	G23

Dalam relasi antara gejala yang ditimbulkan kemudian menghasilkan sebuah penyakit akan dijelaskan pada tabel 4.3 dalam bentuk tabel keputusan.

Tabel 4.3 Tabel Akuisisi Hama dan Penyakit Utama Tanaman Kedelai

Gejala	Penyakit						
	HP1	HP2	HP3	HP4	HP5	HP6	HP7
G1	V		V				
G2	V						
G3	V						
G4	V						
G5		V					
G6		V					
G7		V					
G8		V					
G9			V				
G10			V				

G11				V			
G12				V			
G13				V			
G14					V		
G15					V		
G16					V		
G17						V	
G18						V	
G19						V	
G20							V
G21							V
G22							V
G23							V



Pakar akan memberikan nilai tiap gejala dengan mengacu pada sumber yang relevan sehingga akan diperoleh nilai bobot pada setiap gejala. Bobot CF setiap gejala dari pakar, akan digunakan dalam perhitungan nilai prosentase diagnosa dari gejala-gejala yang telah dimasukkan oleh pengguna. Representasi bobot dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Tabel Nilai CF Gejala Hama dan Penyakit Utama Tanaman Kedelai

No	Gejala	Hama dan Penyakit						
		Lalat bibit kacang (P)	Kutu bemisia (P)	Ulat Grayak (P)	Penggerek polong kedelai (P)	Karat (H)	Downy Mildew (H)	Virus Mosaik (H)
1	Ada bintik putih pada daun	0,9		0,5				
2	Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang	0,6						
3	Tanaman layu	0,1						
4	Keping biji gugur	0,3						
5	Pengisian polong tidak maksimal		0,6					
6	Pertumbuhan terhambat		0,3					
7	Tanaman berwarna hitam		0,1					
8	Banyak telur, nipa, dan imogodu di bawah daun		0,9					
9	Tanaman kedelai tersisa tulang daun			0,9				
10	Polong rusak			0,1				

11	Terdapat larva didalam polong				0,5			
12	Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji				0,1			
13	Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong				0,9			
14	Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai					0,9		
15	Bentuk bercak menyudut berukuran 1 mm					0,5		
16	Daun menjadi layu					0,1		
17	Ada daun yang kaku						0,5	
18	Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun						0,9	
19	Batang kedelai kecil						0,1	
20	Bijinya mengecil							0,1
21	Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih							0,9
22	Daun mengkerut							0,3
23	Terdapat gambar mozaik dan berwarna hijau gelap							0,6

4.2.3 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan merupakan pengetahuan yang diperlukan dalam memahami, merumuskan, serta memecahkan permasalahan. Ada dua elemen dasar yang mencakup basis pengetahuan, yaitu fakta dan aturan, dimana mengarahkan pengguna pengetahuan untuk memecahkan masalah dalam domain tertentu dan merupakan inti program pada sistem pakar karena merupakan representasi pengetahuan dari seorang pakar.

Pengetahuan yang telah didapatkan dan diuraikan kemudian akan direpresentasikan kedalam aturan yang menghasilkan hama dan penyakit tanaman kedelai dari setiap gejala yang mempengaruhinya. Dalam merepresentasi pengetahuan yang ada, model representasi pengetahuan yang digunakan adalah aturan produksi. Dalam memprediksi hama atau penyakit utama pada tanaman kedelai maka setiap gejala yang ada dibutuhkan analisa dan setelah diketahui gejala apa saja yang mempengaruhi kemudian dibuatlah aturan. Adapun aturan yang menjadi acuan dalam mendiagnosa hama dan penyakit utama tanaman kedelai dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Aturan (Rule)

Aturan	If	Then
R10	G1 AND G2 AND G3 AND G4 Ada bintik putih pada daun ; ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang ; tanaman layu ; keping biji gugur.	HP1 Lalat bibit kacang
R14	G5 AND G6 AND G7 AND G8 Pengisian polong tidak maksimal ; pertumbuhan terhambat ; tanaman berwarna hitam ; banyak telur, nipa dan imogodu dibawah daun.	HP2 Kutu Bemisia
R17	G1 AND G9 AND G10 Ada bintik putih pada daun ; tanaman kedelai tersisa tulang daun ; polong rusak.	HP3 Ulat Grayak
R24	G11 AND G12 AND G13 Terdapat larva didalam polong ; terdapat bekas jalan masuk larva pada biji ; terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong.	HP4 Penggerek Polong Kedelai
R1	G14 AND G15 AND G16 Ada bercak merah karat pada daun batan dan tangkai ; bentuk bercak menyudut berukuran sampai 1 mm ; daun menjadi layu	HP5 Karat
R4	G17 AND G18 AND G19	HP6

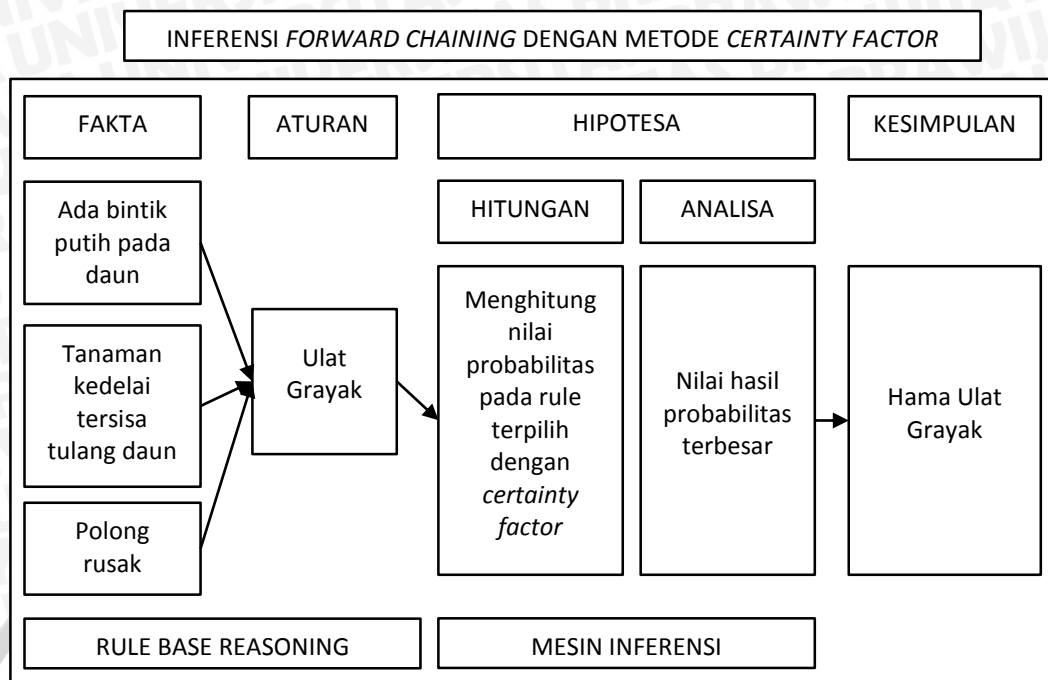
	Ada daun yang kaku ; ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun ; batang kedelai mengecil	Downy Mildew
R9	G20 AND G21 AND G22 AND G23 Bijinya mengecil ; tulang daun pada batang berwarna kurang jernih ; daun mengkerut ; terdapat gambar mozaik dan berwarna hijau gelap	HP7 Virus Mosaik (SMV)

Dari uraian metode diatas, dianggap belum dapat memecahkan ketidakpastian dalam mendiagnosa hama dan penyakit. Dalam kasus mendiagnosa hama dan penyakit, metode *forward chaining* hanya beracuan pada aturan yang sudah dibuat. Apabila terdapat kondisi dimana dalam sebuah aturan ada yang tidak terpenuhi, maka aturan tersebut tidak akan diproses dalam pengambilan keputusan hasil dari diagnosa. Sebaliknya, jika dalam aturan terpenuhi semua kondisinya, maka akan diikutkan dalam proses pengambilan keputusan.

Untuk metode *certainty factor*, dalam pengambilan keputusan hasil diagnosa berawal dari gejala yang dimasukkan oleh pengguna dicocokkan dengan gejala yang ada pada setiap aturan. Sehingga, jika ditemukan gejala yang sama maka gejala yang sama pada setiap aturan tersebut diambil dan dilakukan proses perhitungan *certainty factor* sehingga dapat menghasilkan keputusan berupa hasil diagnosa.

4.2.4 Mesin Inferensi

Sistem memiliki modul program yang berfungsi dalam proses penalaran terhadap kondisi berupa data fakta gejala yang diinputkan oleh pengguna. Penalaran berdasarkan pada basis pengetahuan yang ada, mengarahkan sesuai kaidah, model dan fakta yang disimpan hingga mencapai suatu kesimpulan. Proses perhitungan untuk pencarian bobot dari setiap rule menggunakan metode *certainty factor* yaitu dengan menggunakan rumus cf kombinasi. Sedangkan teknik inferensi yang digunakan adalah *forward chaining*, teknik ini merupakan teknik pelacakan dimana diawali dari penalar sekumpulan fakta menuju suatu kesimpulan.



Gambar 4.8 Mesin Inferensi *Forward Chaining* dengan Metode *Certainty Factor*

Perhitungan Manual

Pada tabel 4.4 terdapat nilai bobot CF pakar untuk setiap gejala dari masing – masing hama dan penyakit tanaman kedelai. Dari nilai bobot tersebut akan dihitung nilai CF terbesar berdasarkan gejala yang dimiliki pada setiap hama dan penyakit. Perhitungan ini digunakan dalam memastikan hasil output CF maksimal yaitu mendekati nilai 1 dan untuk mengetahui presentase diagnosa saat user memilih gejala yang sama dengan data gejala yang ada pada sistem.

Berikut perhitungan CF pada diagnosa gejala dari masing – masing hama dan penyakit tanaman kedelai :

a. Hama Lalat Bibit Kacang

Gejala yang dimiliki hama ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 Tabel Gejala dan Nilai CF Hama Lalat Bibit Kacang

No	Gejala	CF
G1	Ada bintik putih pada daun	0,9
G2	Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang	0,6
G3	Tanaman layu	0,1
G4	Keping biji gugur	0,3

Proses perhitungan CF Kombinasi adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{CF(A)} &= \text{CF1} + [\text{CF2} * (1 - \text{CF1})] \\ &= 0,9 + [0,6 * (1 - 0,9)] \\ &= 0,96 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CF(B)} &= \text{CF3} + [\text{CFA} * (1 - \text{CF3})] \\ &= 0,1 + [0,96 * (1 - 0,1)] \\ &= 0,964 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CF(C)} &= \text{CF4} + [\text{CFB} * (1 - \text{CF4})] \\ &= 0,3 + [0,964 * (1 - 0,3)] \\ &= 0,9748 \end{aligned}$$

Maka CF hama lalat bibit kacang adalah 0,9748 atau 97,48%

b. Hama Kutu Bemisia

Gejala yang dimiliki hama ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.7 Tabel Gejala dan Nilai CF Hama Kutu Bemisia

No	Gejala	CF
G5	Pengisian polong tidak maksimal	0,6
G6	Pertumbuhan terhambat	0,3
G7	Tanaman berwarna hitam	0,1
G8	Banyak telur, nipa, dan imogodu di bawah daun	0,9

Proses perhitungan CF Kombinasi adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{CF(A)} &= \text{CF1} + [\text{CF2} * (1 - \text{CF1})] \\ &= 0,6 + [0,3 * (1 - 0,6)] \\ &= 0,72 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CF(B)} &= \text{CF3} + [\text{CFA} * (1 - \text{CF3})] \\ &= 0,1 + [0,72 * (1 - 0,1)] \\ &= 0,748 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CF(C)} &= \text{CF4} + [\text{CFB} * (1 - \text{CF4})] \\ &= 0,9 + [0,748 * (1 - 0,9)] \\ &= 0,9748 \end{aligned}$$

Maka CF hama kutu bemisia adalah 0,9748 atau 97,48%

c. Hama Ulat Grayak

Gejala yang dimiliki penyakit ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8 Tabel Gejala dan Nilai CF Hama Ulat Grayak

No	Gejala	CF
G1	Ada bintik putih pada daun	0,5
G9	Tanaman kedelai tersisa tulang daun	0,9
G10	Polong rusak	0,1

Proses perhitungan CF Kombinasi adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 CF(A) &= CF1 + [CF2*(1-CF1)] \\
 &= 0,5 + [0,9*(1-0,5)] \\
 &= 0,95
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF(B) &= CF3 + [CFA*(1-CF3)] \\
 &= 0,1 + [0,95*(1-0,1)] \\
 &= 0,955
 \end{aligned}$$

Maka CF hama ulat grayak adalah 0,955 atau 95,5%

d. Penyakit Penggerak Polong Kedelai

Gejala yang dimiliki penyakit ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.9 Tabel Gejala dan Nilai CF Penyakit Penggerak Polong Kedelai

No	Gejala	CF
G11	Terdapat larva di dalam polong	0,5
G12	Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji	0,1
G13	Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong	0,9

Proses perhitungan CF Kombinasi adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 CF(A) &= CF1 + [CF2*(1-CF1)] \\
 &= 0,5 + [0,1*(1-0,5)] \\
 &= 0,55
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF(B) &= CF3 + [CFA*(1-CF3)] \\
 &= 0,9 + [0,55*(1-0,9)] \\
 &= 0,955
 \end{aligned}$$

Maka CF penyakit penggerak polong kedelai adalah 0,955 atau 95,5%

e. Penyakit Karat

Gejala yang dimiliki penyakit ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.10 Tabel Gejala dan Nilai CF Penyakit Karat

No	Gejala	CF
G14	Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai	0,9
G15	Bentuk bercak menyudut berukuran 1 mm	0,5
G16	Daun menjadi layu	0,1

Proses perhitungan CF Kombinasi adalah sebagai berikut :

$$CF(A) = CF1 + [CF2*(1-CF1)]$$

$$= 0,9 + [0,5*(1-0,9)]$$

$$= 0,95$$

$$CF(B) = CF3 + [CFA*(1-CF3)]$$

$$= 0,1 + [0,95*(1-0,1)]$$

$$= 0,955$$

Maka CF penyakit hama adalah 0,955 atau 95,5%

f. Penyakit Downy Mildew

Gejala yang dimiliki penyakit ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.11 Tabel Gejala dan Nilai CF Penyakit Downy Mildew

No	Gejala	CF
G17	Ada daun yang kaku	0,5
G18	Ada bercak warna putih kekuningan pada permukaan daun	0,9
G19	Batang kedelai kecil	0,1

Proses perhitungan CF Kombinasi adalah sebagai berikut :

$$CF(A) = CF1 + [CF2*(1-CF1)]$$

$$= 0,5 + [0,9*(1-0,5)]$$

$$= 0,95$$

$$CF(B) = CF3 + [CFA*(1-CF3)]$$

$$= 0,1 + [0,95*(1-0,1)]$$

$$= 0,955$$

Maka CF penyakit downy mildew adalah 0,955 atau 95,5%

g. Penyakit Virus Mosaik

Gejala yang dimiliki penyakit ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.12 Tabel Gejala dan Nilai CF Penyakit Virus Mosaik

No	Gejala	CF
G20	Bijinya mengecil	0,1
G21	Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih	0,9
G22	Daun mengkerut	0,3
G23	Terdapat gambar mozaik dan berwarna hijau gelap	0,6

Proses perhitungan CF Kombinasi adalah sebagai berikut :

$$CF(A) = CF1 + [CF2*(1-CF1)]$$

$$= 0,1 + [0,9*(1-0,1)]$$

$$= 0,91$$

$$CF(B) = CF3 + [CFA*(1-CF3)]$$

$$= 0,3 + [0,91*(1-0,3)]$$

$$= 0,937$$

$$CF(C) = CF4 + [CFB*(1-CF4)]$$

$$= 0,6 + [0,937*(1-0,6)]$$

$$= 0,9748$$

Maka CF penyakit virus mosaik adalah 0,9748 atau 97,48%

Contoh Kasus

Berikut contoh kasus dari gejala – gejala yang dialami oleh tanaman kedelai pengguna.

No	Gejala	Nilai CF						
		HP1	HP2	HP3	HP4	HP5	HP6	HP7
G2	Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang	0,6						
G3	Tanaman Layu	0,1						
G4	Keping biji gugur	0,3						
G6	Pertumbuhan terhambat		0,3					
G7	Tanaman berwarna hitam		0,1					

G14	Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai					0,9		
G15	Bentuk bercak menyudut berukuran 1 mm					0,5		
G16	Daun menjadi layu					0,1		
G18	Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun						0,9	

Dengan menggunakan metode *certainty factor* nantinya dapat diketahui hama atau penyakit utama yang ada pada tanaman kedelai. Dengan merujuk tabel nilai bobot CF pakar, maka akan dihitung diagnosa yang cocok sesuai dengan gejala yang diinputkan oleh pengguna. Perhitungannya sebagai berikut :

- Hama Lalat Bibit Kacang

Hasil pencocokan gejala yang dimasukkan user dengan yang dimiliki oleh hama lalat bibit kacang terdapat 3 gejala, yaitu ada pada tabel berikut :

No	Gejala	CF
G2	Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang	0,6
G3	Tanaman layu	0,1
G4	Keping biji gugur	0,3

Proses perhiungan CF Kombinasi sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 CF(A) &= CF1 + [CF2 * (1 - CF1)] \\
 &= 0,6 + [0,1 * (1 - 0,6)] \\
 &= 0,64
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF(B) &= CF3 + [CFA * (1 - CF3)] \\
 &= 0,3 + [0,64 * (1 - 0,3)] \\
 &= 0,748
 \end{aligned}$$

Maka CF dari gejala yang dimasukkan pengguna untuk hama lalat bibit kacang adalah 0,748 atau 74,8%

- Hama Kutu Bemisia

Hasil pencocokan gejala yang dimasukkan user dengan yang dimiliki oleh hama kutu bemisia terdapat 2 gejala, yaitu ada pada tabel berikut :

No	Gejala	CF
G6	Pertumbuhan terhambat	0,3
G7	Tanaman berwarna hitam	0,1

Proses perhiungan CF Kombinasi sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 CF(A) &= CF1 + [CF2*(1-CF1)] \\
 &= 0,3 + [0,1*(1-0,3)] \\
 &= 0,37
 \end{aligned}$$

Maka CF dari gejala yang dimasukkan pengguna untuk hama kutu bemisia adalah 0,37 atau 37%

- Penyakit Karat

Hasil pencocokan gejala yang dimasukkan user dengan yang dimiliki oleh penyakit karat terdapat 3 gejala, yaitu ada pada tabel berikut :

No	Gejala	CF
G14	Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai	0,9
G15	Bentuk bercak menyudut berukuran 1 mm	0,5
G16	Daun menjadi layu	0,1

Proses perhiungan CF Kombinasi sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 CF(A) &= CF1 + [CF2*(1-CF1)] \\
 &= 0,9 + [0,5*(1-0,9)] \\
 &= 0,95
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF(B) &= CF3 + [CFA*(1-CF3)] \\
 &= 0,1 + [0,95*(1-0,1)] \\
 &= 0,955
 \end{aligned}$$

Maka CF dari gejala yang dimasukkan pengguna untuk penyakit karat adalah 0,955 atau 95,5%

- Penyakit Downy Mildew

Hasil pencocokan gejala yang dimasukkan user dengan yang dimiliki oleh penyakit downy mildew terdapat 1 gejala, yaitu ada pada tabel berikut :

No	Gejala	CF
G18	Ada bercak warna putih kekuningan pada permukaan daun	0,9

Karena hanya ditemukannya 1 gejala yang sama maka tidak dapat dilakukan proses perhitungan nilai CF Kombinasi, dimana sesuai aturan CF yaitu pada setiap kali mengeksekusi menggunakan 2 buah data CF1 dan CF2.

Dari perhitungan CF masing – masing hama dan penyakit, maka diperoleh nilai CF terbesar adalah **0,955 atau 95,5%** yang dimiliki oleh penyakit karat. Sehingga dapat disimpulkan diagnosa hama dan penyakit utama tanaman kedelai dari masukan gejala oleh pengguna adalah **Penyakit Karat**.

4.2.5 Blackboard (Daerah Kerja)

Blackboard merupakan area memori dimana mempunyai fungsi sebagai database untuk merekam data petani serta solusi yang digunakan dalam mendiagnosa hama dan penyakit tanaman kedelai. Pada aplikasi mendiagnosa hama dan penyakit utama tanaman kedelai, data yang disimpan adalah gejala yang dimasukkan oleh pengguna, nilai *certainty factor* tiap gejala, hasil perhitungan dari CF Kombinasi serta hasil akhirnya, dan hasil diagnosa hama dan penyakit utama tanaman kedelai yang dimiliki oleh pengguna.

4.2.6 Fasilitas Penjelas

Fasilitas penjelas berisi pengguna sistem dan bagaimana kesimpulan didapatkan. Fasilitas penjelas pada sistem pakar mendiagnosa hama dan penyakit tanaman kedelai dibagi menjadi dua yaitu penjelasan mengenai informasi kegunaan sistem serta cara penggunaan sistem dan informasi proses *certainty factor*. Penjelasan ini berfungsi dalam memberikan informasi kepada pengguna manfaat dari sistem serta tentang mendiagnosa hama dan penyakit tanaman kedelai.

4.2.7 Antarmuka Pengguna

Antarmuka pengguna atau *user interface* sangat diperlukan dalam mempermudah user menggunakan aplikasi sistem pakar ini. Berikut merupakan *user interface* pada sistem pakar mendiagnosa hama dan penyakit utama tanaman kedelai.

SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN KEDELAI			
Info	Bantuan	User	Daftar Akun
Tentang Sistem			

Gambar 4.9 Halaman Depan Sistem

SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN KEDELAI			
Info	Bantuan	User	Daftar Akun
Hama	Penyakit		
Nama Hama	:		
Deskripsi	:		
Pengendalian	:		

Gambar 4.10 Halaman Informasi Hama dan Penyakit

SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN KEDELAI			
Info	Bantuan	User	Daftar Akun
Username	:		
Password	:		
		Login	

Gambar 4.11 Halaman User untuk Login

SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN KEDELAI			
Info	Bantuan	User	Daftar Akun

Nama :

Alamat :

No. Telp :

Password :

Gambar 4.12 Halaman Daftar Akun

Biodata Diagnosa Rekap Hasil Diagnosa	☐ Gejala 1 ☐ Gejala 2 ☐ Gejala 3 ☐ Dst..
---	--

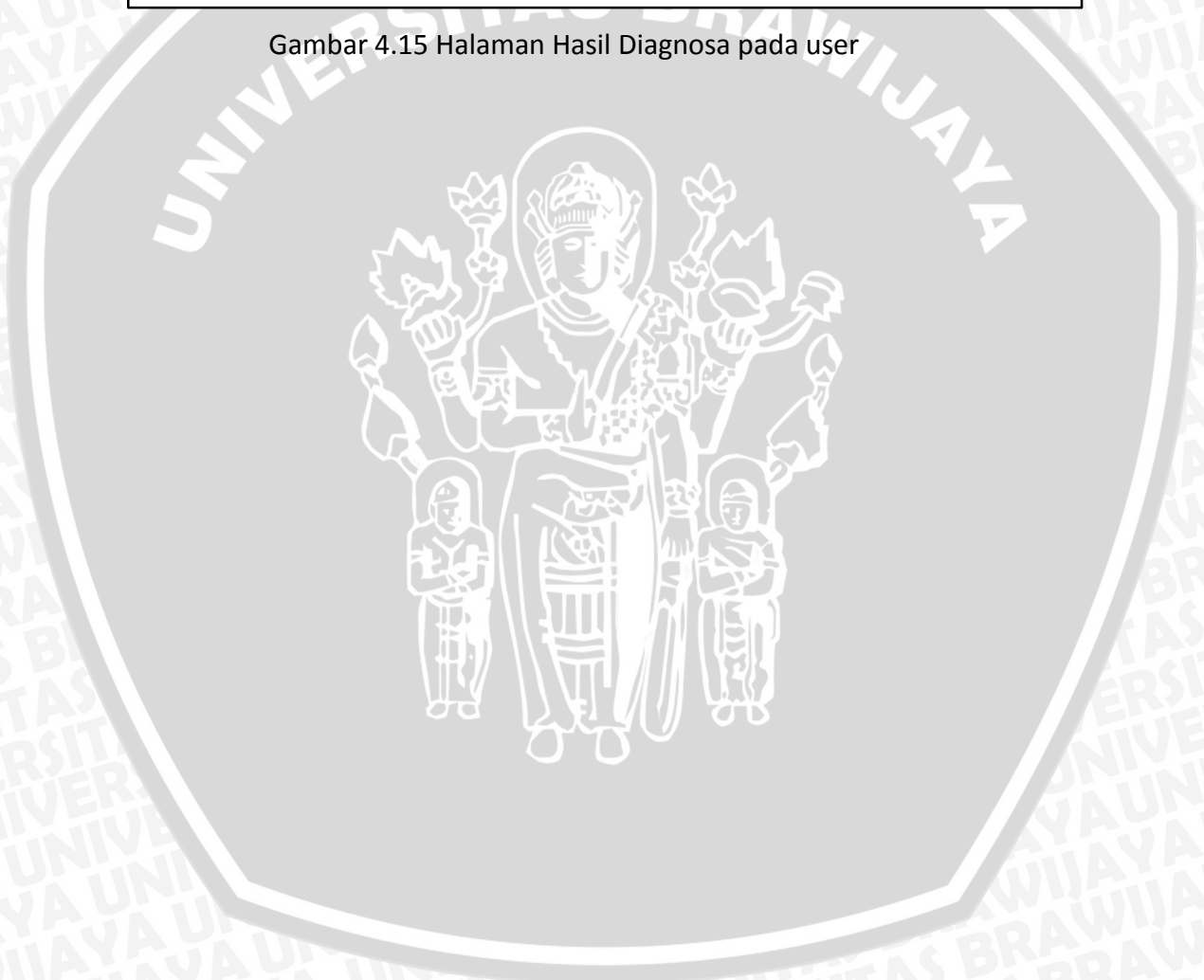
Gambar 4.13 Halaman Diagnosa pada user

Biodata Diagnosa Rekap Hasil Diagnosa	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">Tanggal Rekap</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Hama / Penyakit</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Detail</td> </tr> </table>	Tanggal Rekap	Hama / Penyakit	Detail
Tanggal Rekap	Hama / Penyakit	Detail		

Gambar 4.14 Halaman Rekap Hasil Pada User

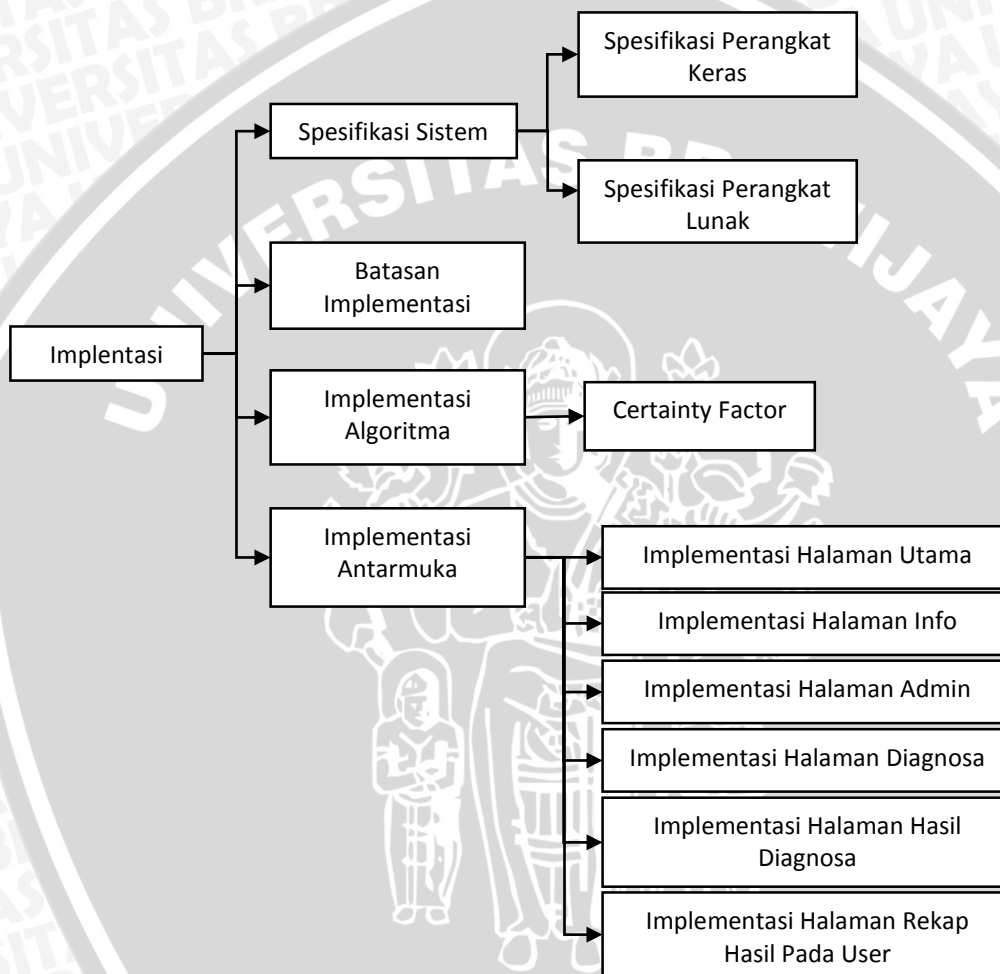
HASIL DIAGNOSA		
Gejala	:	
Nama Hama / Penyakit	:	
Pengendalian	:	
Tanggal	:	

Gambar 4.15 Halaman Hasil Diagnosa pada user



BAB 5 IMPLEMENTASI SISTEM

Bab ini membahas mengenai implementasi perangkat lunak berdasarkan hasil yang telah didapatkan dari analisis kebutuhan serta proses dalam perancangan perangkat lunak yang telah dibuat. Pembahasan terdiri dari spesifikasi sistem, batasan – batasan dalam implementasi, implementasi algoritma pada program, serta implementasi antarmuka. Pohon implementasi dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Pohon Implementasi

5.1 Spesifikasi Sistem

Hasil analisis kebutuhan serta perancangan perangkat lunak yang telah diuraikan pada Bab IV menjadi acuan dalam melakukan implementasi menjadi sistem yang dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan. Spesifikasi sistem diimplementasikan pada spesifikasi perangkat keras dan spesifikasi perangkat lunak.

5.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Pengembangan Aplikasi Sistem Pakar dalam mendiagnosa hama dan penyakit utama pada tanaman kedelai dengan metode certainty factor menggunakan PC / laptop dengan spesifikasi perangkat keras yang akan dijelaskan pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Nama Hardware	Spesifikasi
Processor	Intel Core i5-3317U @ 1,7 GHz Cache 3MB
Memory (RAM)	4 GB DDR3 PC-12800
Kartu Grafis	IntelR HM76
Hardisk	500 GB Serial ATA 5400 RPM

5.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Pengembangan Aplikasi Sistem Pakar dalam mendiagnosa hama dan penyakit utama pada tanaman kedelai dengan metode certainty factor menggunakan PC / laptop dengan spesifikasi perangkat lunak yang akan dijelaskan pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Nama Hardware	Spesifikasi
Sistem Operasi	<i>Microsoft Windows 7</i>
Bahasa Pemograman	HTML 5 dan PHP
Tools Pemograman	<i>Adobe Dreamweaver CS5</i> dan Notepad ++
Server Localhost	XAMPP 3.2.1
DBMS	MySQL

5.2 Batasan – batasan Implementasi

Beberapa batasan dalam mengimplementasikan Sistem Pakar Mendiagnosa Hama dan Penyakit Utama pada Tanaman Kedelai dengan menggunakan metode Certainty Factor adalah sebagai berikut :

1. Masukan yang diterima oleh sistem merupakan inputan dari gejala – gejala yang ada pada tanaman kedelai yang telah dipilih oleh pengguna.
2. Keluaran yang diterima oleh pengguna berupa hasil perhitungan berupa presentase serta kesimpulan hasil diagnosa penyakit yang diikuti dengan cara pengendaliannya.
3. Aplikasi yang digunakan berbasis web dengan basis data penyimpanan menggunakan MySQL.

4. Metode yang digunakan *Certainty Factor*.
5. Sistem ini digunakan oleh pakar serta pengguna yaitu petani untuk mendiagnosa tanaman kedelainya ketika terserang hama atau penyakit.
6. Sistem ini dapat melakukan penambahan serta perubahan dalam data aturan, hama dan penyakit, maupun gejala – gejalanya.

5.3 Implementasi Algoritma

Implementasi yang akan dibahas yaitu menggunakan bahasa pemrograman PHP dan menggunakan database MySQL. Bahasa pemrograman PHP digunakan dalam membangun aplikasi pada sistem ini. Sedangkan database MySQL digunakan dalam menyimpan data yang digunakan. Pada penulisan implementasi ini yang dicantumkan hanya algoritma proses perhitungan dengan menggunakan metode *certainty factor*. Gambar 5.2 merupakan algoritma proses perhitungan CF.

```

1  <?php
2  if (isset($_GET['diagnosa'])) {
3      $semuaGejala = explode(",", $_GET['gejala']);
4      $dt = (mysql_query("select id from penyakit"));
5      while ($p = mysql_fetch_array($dt)) {
6          $jmlPenyakit = $p['id'];
7      }
8      $jmlGejala = mysql_num_rows(mysql_query("select id from
9  gejala_hama"));
10     for ($i = 1; $i <= ($jmlPenyakit); $i++) {
11         $index[$i] = 1;
12         $bobotDipakai[$i][1] = 0;
13     }
14     for ($j = 0; $j < sizeof($semuaGejala); $j++) {
15         $dt = (mysql_query("select
16 r.kode_penyakit,kode_gejala,gejala,bobot from relasi r inner
17 join gejala_hama g on r.`kode_gejala`=g.id where
18 kode_gejala='" .
19         $semuaGejala[$j] . "'"));
20         while ($p = mysql_fetch_array($dt)) {
21
22 $bobotDipakai[$p['kode_penyakit']][$index[$p['kode_penyakit']
23 ]++] = $p['bobot'];
24
25         $CF = 0;
26         $CFmax = 0;
27         for ($i = 1; $i <= sizeof($bobotDipakai); $i++) {
28             if (sizeof($bobotDipakai[$i]) < 2) {
29                 continue;
30             }
31             $CF = $bobotDipakai[$i][1] + ($bobotDipakai[$i][2] *
32 (1 - $bobotDipakai[$i][1]));
33             for ($j = 3; $j <= sizeof($bobotDipakai[$i]); $j++)
34 {
35                 $CF = $bobotDipakai[$i][$j] + ($CF * (1 -
36 $bobotDipakai[$i][$j]));
37             }
38
39             if ($CF > $CFmax) {
40                 $CFmax = $CF;

```



```

41     $data['idPenyakit'] = $i;
42 }
43 }
44 $dt = mysql_query("select kode_gejala,gejala from relasi
45 r inner join gejala_hama g on r.`kode_gejala`=g.id where
46 r.kode_penyakit=" .
47     $data['idPenyakit']);
48 while ($p = mysql_fetch_array($dt)) {
49     $data['kode_gejala'] = $p['kode_gejala'];
50     $data['gejala'] = $p['gejala'];
51     $select[] = $data;
52 }
53 $p = mysql_fetch_array(mysql_query("select * from
54 penyakit where id=" . $data['idPenyakit']));
55 $data['CFmax'] = $CFmax * 100;
56
57 $data['namaPenyakit'] = $p['nama'];
58 $data['definisiPenyakit'] = $p['definisi'];
59 $data['pengobatanPenyakit'] = str_replace("-", "<br />-
60 ", $p['pengobatan']);
61 $date = date("Y-m-d");
62 date_default_timezone_set('Asia/Jakarta');
63 $waktu = date("H:i:s");
64 $data['tgl'] = $date . " " . $waktu;
65 mysql_query("INSERT INTO `hasil_diagnosa`(`id`,
66 `username`, `tanggal`, `penyakit`, `prosentase`,
67 `keterangan`) " .
68     " VALUES (0, '$_GET[username]', '$data[tgl]
69 ', '$data[idPenyakit]', '$data[CFmax]', ' ')");
70 $select[] = $data;
71 echo json_encode($select);
72 ?>
73
74
75

```

Gambar 5.2 Implementasi Perhitungan CF pada Sistem.

Penjelasan algoritma perhitungancertainty factor pada Gambar 5.2 adalah sebagai berikut :

1. Baris 1 – 4 : proses pengambilan id penyakit dari database.
2. Baris 5 – 7 : proses pengambilan jumlah penyakit yang ada pada database.
3. Baris 8 – 9 : proses pengambilan jumlah gejala yang ada pada database.
4. Baris 10 – 23 : proses penyimpanan nilai CF gejala dari semua gejala ke dalam bentuk array dari penyakit dan gejala.
5. Baris 25 – 37 : proses perhitungan nilai CF untuk setiap hama dan penyakit.
6. Baris 39 – 43 : proses pencarian nilai CF yang paling maksimal dari hasil perhitungan CF seluruh hama dan penyakit yang akan menjadi kesimpulan akhir.

7. Baris 44 – 60 : menampilkan data gejala dan penyakit dalam bentuk array.
8. Baris 55 : mengubah nilai CF kesimpulan menjadi prosentase
9. Baris 61 – 72 : proses menyimpan tanggal, waktu, prosentase kesimpulan, penyakit kedalam database hasil_diagnosa.

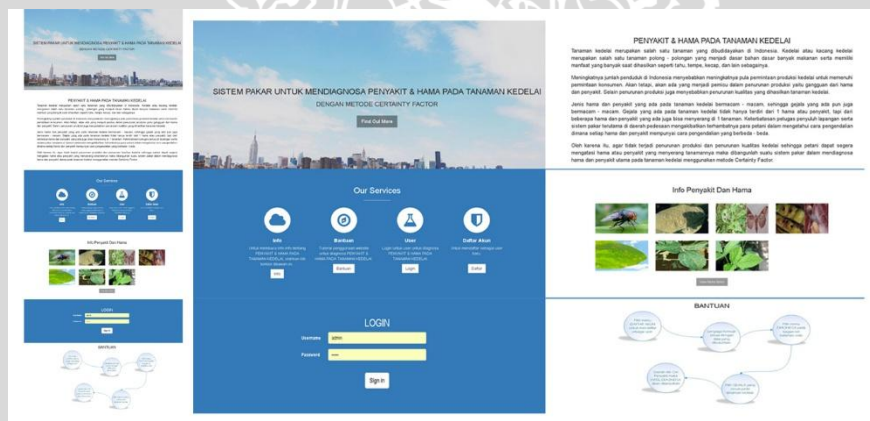
5.4 Implementasi Antarmuka

Antarmuka aplikasi pada sistem ini digunakan oleh pengguna dalam berinteraksi dengan sistem perangkat lunak. Pada implementasi antarmuka perangkat lunak tidak semua akan ditampilkan, hanya bagian tertentu saja.

Beberapa antarmuka yang ditampilkan antara lain antarmuka halaman utama, antarmuka halaman info, antarmuka halaman admin, antarmuka halaman diagnosa, antarmuka halaman hasil diagnosa, dan antarmuka halaman rekap hasil pada user.

5.4.1 Implementasi Halaman Utama

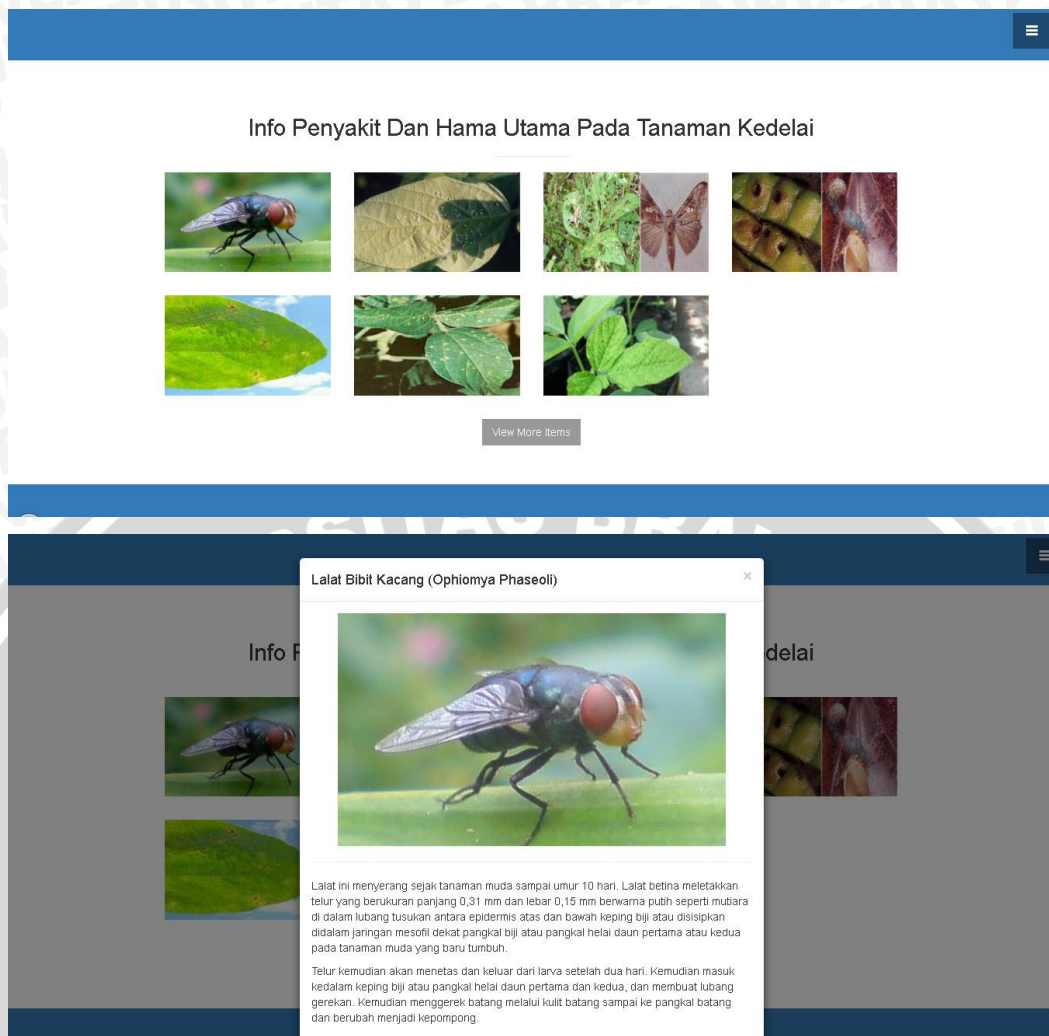
Halaman utama merupakan halaman awal aplikasi saat user pertama kali menggunakan aplikasi sistem ini. Pada halaman utama terdapat berbagai menu dan informasi yang terlihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Implementasi Halaman Utama.

5.4.2 Implementasi Halaman Info

Halaman info merupakan halaman yang dapat digunakan oleh user untuk mengetahui hama atau penyakit utama apa saja yang ada pada kedelai. Selain gambar, juga terdapat penjelasan mengenai hama atau penyakit tersebut. Implementasi ditujukan pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Implementasi Halaman Info

5.4.3 Implementasi Halaman Admin

Halaman Admin adalah halaman untuk admin atau pakar. Pada halaman tersebut admin mengatur keseluruhan data yang ada yaitu penyakit atau hama, gejala, relasi antar gejala dan penyakit atau hama, memberi nilai bobot, serta melihat rekap hasil dari keseluruhan user yang telah melakukan diagnosa, dan terlihat pada gambar 5.5.

The screenshot displays the Admin interface of a system. The top section shows the 'Daftar Penyakit dan Hama' (Disease and Pest List) page, which includes a table of diseases and pests, a sidebar with navigation options, and a form to add new entries. The bottom section shows the 'Rekap Hasil Diagnosa' (Diagnosis Results Summary) page, which displays a table of diagnosis results with columns for ID, Username, Date, and Disease, along with buttons for details and deletion.

TanamanKedelai

Daftar Penyakit dan Hama List semua penyakit dan beberapa fungsi tambahan

Daftar Penyakit dan Hama

Kode	Nama	Definisi	Pengobatan
HP1	Hama Lalat bibit kacang	Serangan dari lalat ini ditandai adanya bintik putih pada keping biji, daun pertama dan kedua. Bintik tersebut merupakan bekas tusukan alat peletak telur. Lalat ini menyerang sejak tanaman masih muda sampai berumur 10 hari. Lalat betina meletakkan telur berwarna putih seperti mutiara di dalam lubang tusukan antara epidermis atas dan bawah keping biji atau disipikan di dalam jaringan mesofil dekat pangkal biji atau pangkal helai daun pertama atau kedua pada tanaman yang baru tumbuh. Telur kemudian menetas dan keluar dari larva menuju kedalam keping biji atau pangkal helai daun pertama dan kedua kemudian membuat lubang gerakan. Dan menggerak batang melalui kulit batang sampai ke pangkal batang dan berubah menjadi kepompong.	- Mula jerami - Perlakuan benih pada daerah endemik - Menyemprotkan insektisida saat tanaman berumur 7 hari.
HP2	Hama Kutu bemisla	Telur kutu bemisla yang berwarna kuning terang terang serta berbentuk seperti kerut, akan diletakkan oleh serangga dewasa di bawah permukaan bawah daun muda. Serangga yang baru keluar akan berwarna putih pucat dan memiliki bentuk tubuh yang bulat. Serangga muda dan dewasa akan mengisap cairan pada daun. Ekreta pada kutu ini menghasilkan embun madu yang menyebabkan tanaman berwarna hitam.	- Tanam serempak - Pemantauan secara rutin, apabila populasi tinggi maka semprot insektisida.

Tambah Baru

Nama

Nama penyakit

Definisi

Definisi penyakit...

Pengobatan

Pengobatan penyakit...

Submit

TK

Rekap Hasil Diagnosa List hasil diagnosa oleh semua user

List Diagnosa

Id Rekap	Username	Tanggal	Penyakit
R47	feb	2016-06-11 20:40:44	Penyakit Downy Mildew
R46	feb	2016-06-10 10:06:14	Penyakit Karat
R45	feb	2016-06-10 10:04:15	Hama Lalat bibit kacang
R44	mama	2016-06-08 18:27:35	Hama Lalat bibit kacang
R43	mama	2016-06-08 17:13:27	Hama Lalat bibit kacang
R40	suparno	2016-06-06 14:16:35	Hama Lalat bibit kacang
R39	suparno	2016-06-06 14:13:52	Hama Lalat bibit kacang
R38	feb	2016-06-05 21:52:50	Hama Penggerek polong kedelai
R37	feb	2016-06-05 21:47:37	Hama Lalat bibit kacang
R34	feb	2016-05-31 15:17:28	Hama Lalat bibit kacang
R33	feb	2016-05-31 15:13:01	Hama Lalat bibit kacang
R28	feb	2016-05-30 17:16:16	Penyakit Karat
R4	feb	2016-05-30 14:36:09	Hama Lalat bibit kacang

Copyright © 2016 CHURL. All rights reserved. Version 1.1.0

Gambar 5.5 Implementasi Halaman Admin.

5.4.4 Implementasi Halaman Diagnosa

Pada gambar 5.6 merupakan halaman diagnosa yang dilakukan oleh user. User akan memilih gejala yang dialami pada tanaman kedelai dan kemudian akan mengklik Cek Penyakit, dan sistem akan mendiagnosanya.

Diagnosa Silahkan Tandai Gejala Hama dan Penyakit Utama Tanaman Kedelai

Daftar Gejala 25 Reset

☐ G1 Ada bintik putih pada daun	☐ G14 Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai
☐ G2 Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang	☐ G15 Bentuk bercak menyudut berukuran 1 mm
☐ G3 Tanaman layu	☐ G16 Daun menjadi layu
☐ G4 Keping biji gugur	☐ G17 Ada daun yang kaku
☐ G5 Pengisian polong tidak maksimal	☐ G18 Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun
☐ G6 Pertumbuhan terhambat	☐ G19 Batang kedelai kecil
☐ G7 Tanaman berwarna hitam	☐ G20 Bijiya mengecil
☐ G8 Banyak telur, nipsa, dan imogodu di bawah daun	☐ G21 Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih
☐ G9 Tanaman kedelai tersisa tulang daun	☐ G22 Daun mengkerut
☐ G10 Polong rusak	☐ G23 Terdapat gambar mozaik dan berwarna hijau gelap
☐ G11 Terdapat larva didalam polong	☐ G27 ngelu
☐ G12 Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji	☐ G28 Jarang ketok, skali ketok paling yo nang cl
☐ G13 Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong	

Cek Penyakit

Copyright © 2016 CHRL. All rights reserved. Version 1.1.0

Gambar 5.6 Implementasi Halaman Diagnosa.

5.4.5 Implementasi Halaman Hasil Diagnosa

Halaman hasil diagnosa merupakan halaman yang menampilkan hama atau penyakit apa yang diderita oleh tanaman kedelai berdasarkan gejala yang telah diinputkan user pada halaman diagnosa. Pada halaman ini diberikan informasi juga mengenai hama atau penyakit serta pengobatannya, ditunjukan pada Gambar 5.7.

Hasil Diagnosa ×

Penyakit Downy Mildew (95.5%) 2016-06-11 20:40:44

Definisi:
Penyakit ini menimbulkan bercak pada permukaan bawah daun dengan warna putih kekuningan serta dalam bentuk bulat dengan batas yang jelas. Bercak kadang akan menyatu dengan bercak yang lainnya, sehingga menjadi lebih lebar dan bentuk daun menjadi abnormal, kaku. Pada pagi hari, akan timbul miselium dna konidium pada permukaan bawah daun.

Pengobatan:

- Perawatan benih dengan fungisida
- Membenamkan tanaman terinfeksi
- Rotasi tanam selama 1 tahun atau lebih

Gejala Umum: 3 Gejala

- G17 Ada daun yang kaku
- G18 Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun
- G19 Batang kedelai kecil

Close

Copyright © 2016 CHRL Version 1.1.0

Gambar 5.7 Implementasi Halaman Hasil Diagnosa.

5.4.6 Implementasi Halaman Rekap Hasil Pada User

Para user dapat melihat hasil keseluruhan rekap yang telah dilakukan oleh user pada halaman rekap hasil pada user yang ditunjukan pada gambar 5.8.

TK

↑

🔍

📄

Rekap Hasil Diagnosa

List semua hasil diagnosa yang pernah dilakukan

List Diagnosa

Id Rekap	Tanggal	Penyakit		
R47	2016-06-11 20:40:44	Penyakit Downy Mildew	Detail	Hapus
R46	2016-06-10 10:06:14	Penyakit Karat	Detail	Hapus
R45	2016-06-10 10:04:15	Hama Lalat bibit kacang	Detail	Hapus
R38	2016-06-05 21:52:50	Hama Penggerek polong kedelai	Detail	Hapus
R37	2016-06-05 21:47:37	Hama Lalat bibit kacang	Detail	Hapus
R34	2016-05-31 15:17:28	Hama Lalat bibit kacang	Detail	Hapus
R33	2016-05-31 15:13:01	Hama Lalat bibit kacang	Detail	Hapus
R28	2016-05-30 17:16:16	Penyakit Karat	Detail	Hapus
R23	2016-05-30 16:16:09	mahasiwa lama	Detail	Hapus
R4	2016-05-30 14:36:09	Hama Lalat bibit kacang	Detail	Hapus

Copyright © 2016 CHRL. All rights reserved.

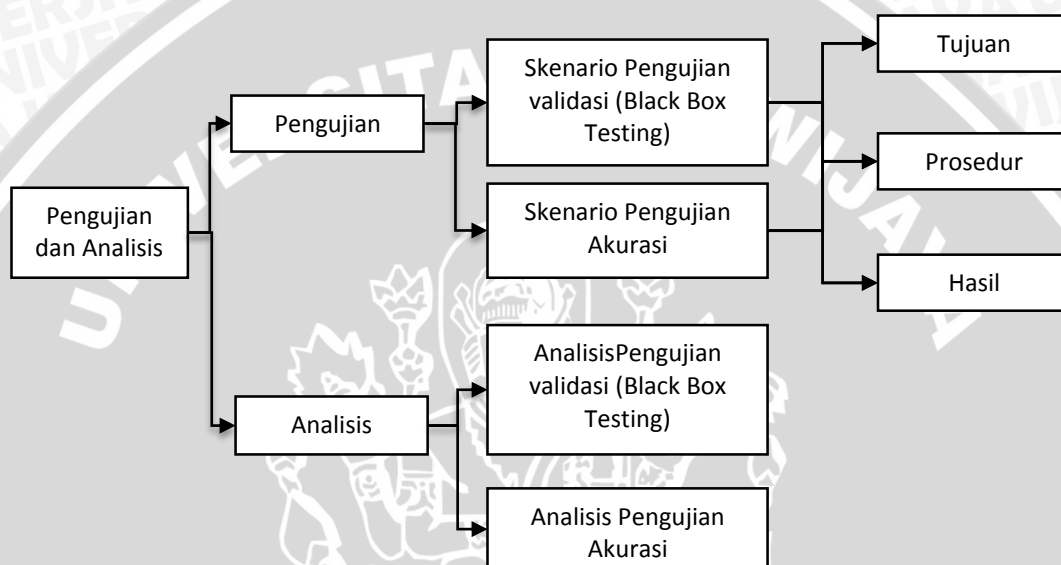
Version 1.1.0

Gambar 5.8 Implementasi Halaman Rekap Hasil Pada User.



BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini dilakukan proses pengujian terhadap sistem pakar dalam mendiagnosa hama dan penyakit utama pada tanaman kedelai. Proses pengujian dilakukan dengan dua tahap yaitu pengujian validasi dimana pengujian yang dilakukan menggunakan teknik pengujian Black Box (*Black Box Testing*) dan pengujian akurasi yaitu pengujian pada kasus yang telah diimplementasikan menjadi sistem pakar. Analisa hasil pengujian dilakukan untuk menganalisa hasil pengujian yang telah dilakukan. Pohon pengujian dan analisis dapat dilihat pada gambar 6.1.



Gambar 6.1 Pohon Pengujian dan Analisis

6.1 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dalam dua proses yaitu pengujian validasi dan pengujian akurasi. Pengujian validasi berfungsi untuk mengetahui fungsionalitas sistem yang dibangun sesuai dengan daftar kebutuhan yang ada. Sedangkan pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar akurasi yang didapatkan dalam penggunaan metode *Certainty Factor* dalam menyelesaikan masalah pada sistem pakar dalam mendiagnosa hama dan penyakit utama tanaman kedelai.

6.1.1 Skenario Pengujian Validasi (*Black Box Testing*)

Pengujian validasi digunakan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun sudah sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan. Item yang telah dirumuskan pada daftar kebutuhan merupakan acuan dalam melakukan pengujian validasi. Dalam pengujian ini menggunakan teknik *Black Box Testing* karena tidak memfokuskan pada alur jalannya algoritma, akan tetapi lebih ditekankan dalam menemukan kesesuaian antara kinerja sistem dengan daftar kebutuhan. Sistem

dianggap valid jika hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diharapkan. Skenario pengujian ini akan menjelaskan tujuan, prosedur, serta hasil analisis dari pengujian *blackbox*.

6.1.1.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sistem apakah telah berjalan sesuai dengan rancangan dan kebutuhan sistem yang telah ditentukan dan sistem dapat digunakan dengan benar.

6.1.1.2 Prosedur

Prosedur dari pengujian ini dilakukan dengan membuat tabel kasus uji untuk setiap daftar kebutuhan serta menjalankan sistem pada setiap antarmuka yang telah dibuat. Setiap kasus uji berisi nama kasus uji, tujuan pengujian, prosedur uji, dan hasil yang diharapkan.

a. Kasus Uji Login

Kasus uji terhadap proses *login* ditujukan pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Kasus Uji Login

Nama kasus uji	<i>Login</i>
Tujuan pengujian	Untuk menguji sistem dalam proses login bagi <i>user/admin</i>
Prosedur uji	1. Sistem dijalankan ketika program dieksekusi 2. Pengguna masuk ke halaman <i>login</i> 3. Pengguna mengisi kolom username dan password 4. Pengguna menekan tombol SIGN IN
Hasil yang diharapkan	Sistem dapat mengakses database dan melakukan pemeriksaan sesuai dengan data yang dimasukkan oleh <i>user/admin</i> berupa username dan password. Dan ketika data benar maka sistem akan menampilkan halaman sesuai hak akses pengguna.

b. Kasus Uji Logout

Kasus uji terhadap proses *logout* ditujukan pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Kasus Uji Logout

Nama kasus uji	<i>Logout</i>
Tujuan pengujian	Untuk menguji sistem dalam proses logout bagi <i>user/admin</i>
Prosedur uji	1. Pengguna telah melakukan proses login 2. Pengguna berada pada halaman yang sesuai dengan hak akses pengguna 3. Pengguna menekan tombol <i>sign out</i>
Hasil yang diharapkan	Sistem dapat menerima proses logout yang telah dilakukan oleh pengguna sehingga pengguna dapat keluar dari sistem dan kembali ke halaman utama.

Kasus Uji Daftar

Kasus uji terhadap proses daftar untuk pengguna ditujukan pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Kasus Uji Daftar

Nama kasus uji	Daftar
Tujuan pengujian	Untuk menguji sistem dalam menyediakan menu daftar bagi pengguna yang belum memiliki akun.
Prosedur uji	1. Sistem dijalankan ketika program dieksekusi 2. Pengguna memilih menu Daftar Akun, dan menekan tombol Daftar 3. Pengguna mengisi data yang sesuai pada kolom yang telah disediakan. Dan kemudian menekan tombol Daftar. 4. Setelah berhasil, pengguna akan langsung diarahkan pada halaman bagi <i>user</i>.
Hasil yang diharapkan	Sistem dapat menerima proses saat pengguna akan mendaftar untuk mendapatkan hak akses <i>login</i> . Dan data pengguna akan disimpan pada database.

Kasus Uji Ubah Data User

Kasus uji terhadap proses kelola data user ditujukan pada Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Kasus Uji Ubah Data User

Nama kasus uji	Ubah Data User
Tujuan pengujian	Untuk menguji sistem dalam proses ketika user akan melakukan perubahan data seperti nomer telepon, alamat, dsb.
Prosedur uji	1. Pengguna telah melakukan proses login dan masuk sebagai <i>user</i> yang telah terdaftar 2. Pengguna berada pada halaman yang sesuai dengan hak akses pengguna. 3. Pengguna berada pada halaman yang berisikan biodata pengguna. 4. Pengguna dapat mengganti data yang akan dirubah, dan kemudian menekan tombol Update Data.
Hasil yang diharapkan	Sistem dapat menerima proses perubahan data yang dilakukan user dan dapat merubah isi yang ada pada database sesuai dengan data yang terbaru.

Kasus Uji Diagnosa Hama dan Penyakit

Kasus uji terhadap proses diagnosa ditujukan pada Tabel 6.5.

Tabel 6.5 Kasus Uji Diagnosa Hama dan Penyakit

Nama kasus uji	Diagnosa Hama dan Penyakit
Tujuan pengujian	Untuk menguji sistem dalam menampilkan halaman diagnosa dan melakukan diagnosa terhadap gejala yang di <i>input</i> kan oleh pengguna
Prosedur uji	1. Pengguna telah melakukan proses login dan masuk sebagai <i>user</i> yang telah terdaftar 2. Pengguna pilih menu Diagnosa pada bagian kiri halaman, akan muncul gejala – gejala. 3. Pengguna memilih gejala yang ada pada tanaman kedelai. 4. Pengguna menekan tombol Cek Penyakit jika sudah selesai menginputkan gejala.
Hasil yang diharapkan	Sistem dapat menampilkan halaman diagnosa untuk pengguna berupa daftar keseluruhan gejala pada tanaman kedelai, dan dapat menerima gejala – gejala yang diinputkan oleh pengguna. Sistem juga dapat menampilkan hasil diagnosa berupa penyakit yang menyerang tanaman kedelai.

f. Kasus Uji Kelola Data Hama dan Penyakit

Kasus uji terhadap proses kelola data hama dan penyakit ditujukan pada Tabel 6.6.

Tabel 6.6 Kasus Uji Kelola Data Hama dan Penyakit

Nama kasus uji	Kelola Data Hama dan Penyakit
Tujuan pengujian	Untuk menguji sistem dalam proses mengelola data hama dan penyakit bagi admin / pakar,
Prosedur uji	1. Pengguna melakukan proses <i>login</i> sebagai admin/pakar. 2. Pengguna akan dilangsung berada pada halaman untuk mengelola data hama dan penyakit. 3. Pengguna dapat memilih untuk edit, hapus, atau tambah baru pada halaman sebelah kanan.
Hasil yang diharapkan	Sistem dapat menerima data hasil kelola dari data hama dan penyakit yang di <i>input</i> kan oleh pengguna.

g. Kasus Uji Kelola Data Gejala

Kasus uji terhadap proses kelola data gejala ditujukan pada Tabel 6.7.

Tabel 6.7 Kasus Uji Kelola Data Gejala

Nama kasus uji	Kelola Data Gejala
Tujuan pengujian	Untuk menguji sistem dalam proses mengelola data gejala bagi admin / pakar,
Prosedur uji	1. Pengguna melakukan proses <i>login</i> sebagai admin/pakar. 2. Pengguna memilih halaman Data Gejala pada bagian kiri halaman utama. 3. Pengguna dapat memilih untuk edit, hapus, atau tambah baru pada halaman sebelah kanan.
Hasil yang diharapkan	Sistem dapat menerima data hasil kelola dari data gejala yang di <i>input</i> kan oleh pengguna.

h. Kasus Uji Kelola Nilai Bobot

Kasus uji terhadap proses kelola nilai bobot ditujukan pada Tabel 6.8.

Tabel 6.8 Kasus Uji Kelola Nilai Bobot

Nama kasus uji	Kelola Nilai Bobot
Tujuan pengujian	Untuk menguji sistem dalam proses mengelola nilai bobot bagi admin / pakar,
Prosedur uji	1. Pengguna melakukan proses <i>login</i> sebagai admin/pakar. 2. Pengguna memilih halaman Bobot Gejala pada bagian kiri halaman utama. 3. Pengguna dapat menekan tombol Detail untuk memberikan nilai.
Hasil yang diharapkan	Sistem dapat menerima data hasil kelola dari nilai bobot yang di <i>input</i> kan oleh pengguna.

i. Kasus Uji Kelola Relasi

Kasus uji terhadap proses kelola relasi ditujukan pada Tabel 6.9.

Tabel 6.9 Kasus Uji Kelola Relasi

Nama kasus uji	Kelola Relasi
Tujuan pengujian	Untuk menguji sistem dalam proses mengelola relasi bagi admin / pakar,
Prosedur uji	1. Pengguna melakukan proses <i>login</i> sebagai admin/pakar. 2. Pengguna memilih halaman Relasi pada bagian kiri halaman utama. 3. Pengguna dapat menekan tombol Detail untuk mengedit relasi antara gejala dengan hama dan penyakit.
Hasil yang diharapkan	Sistem dapat menerima data hasil kelola dari relasi yang di <i>input</i> kan oleh pengguna.

j. Kasus Uji Rekap Hasil Diagnosa

Kasus uji terhadap proses rekap hasil diagnosa ditujukan pada Tabel 6.10.

Tabel 6.10 Kasus Uji Rekap Hasil Diagnosa

Nama kasus uji	Rekap Hasil Diagnosa
Tujuan pengujian	Untuk menguji sistem dalam proses menampilkan menu rekap hasil diagnosa bagi pengguna.
Prosedur uji	1. Pengguna melakukan proses <i>login</i> sesuai dengan hak akses masing – masing pengguna. 2. Pengguna memilih halaman Rekap Hasil Diagnosa pada bagian kiri halaman utama.
Hasil yang diharapkan	Sistem dapat menampilkan halaman rekap hasil diagnosa sesuai dengan hak akses masing – masing pengguna.

k. Kasus Uji Informasi

Kasus uji terhadap proses informasi ditujukan pada Tabel 6.11.

Tabel 6.11 Kasus Uji Informasi

Nama kasus uji	Informasi
Tujuan pengujian	Untuk menguji sistem dalam proses menampilkan menu informasi hama dan penyakit bagi pengguna.
Prosedur uji	1. Pada halaman utama sistem, tanpa <i>login</i> , pengguna dapat memilih halaman Info. 2. Pengguna dapat menekan gambar untuk mengetahui info pada masing – masing gambar.
Hasil yang diharapkan	Sistem dapat menampilkan halaman info berupa informasi mengenai hama dan penyakit tanaman kedelai tanpa perlu <i>login</i> .

l. Kasus Uji Halaman Bantuan

Kasus uji terhadap proses halaman bantuan ditujukan pada Tabel 6.12.

Tabel 6.12 Kasus Uji Halaman Bantuan

Nama kasus uji	Halaman Bantuan
Tujuan pengujian	Untuk menguji sistem dalam proses menampilkan menu bantuan bagi pengguna.
Prosedur uji	1. Pada halaman utama sistem, tanpa <i>login</i> , pengguna dapat memilih halaman Bantuan. 2. Pengguna dapat melihat alur – alur dalam menggunakan sistem
Hasil yang diharapkan	Sistem dapat menampilkan halaman bantuan yaitu mengenai alur menggunakan sistem tanpa perlu <i>login</i> .

6.1.1.3 Hasil

Hasil pada pengujian *blackbox testing* didapatkan dengan menjalankan sistem secara keseluruhan kemudian melakukan pengamatan pada kasus uji berdasarkan prosedur yang telah dibuat. Pengamatan ditujukan untuk mengetahui apakah hasil kinerja sistem yang dibuat sudah sesuai dengan kebutuhan yang dirancang. Hasil pengujian akan ditunjukkan pada Tabel 6.13.

Tabel 6.13 Hasil Pengujian *Blackbox*

No.	Nama kasus Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil yang didapatkan	Status
1.	Login	Sistem dapat mengakses database dan melakukan pemeriksaan sesuai dengan data yang dimasukkan oleh user/admin berupa username dan password. Dan ketika data benar maka sistem akan menampilkan halaman sesuai hak akses pengguna.	Sistem dapat mengakses database dan melakukan pemeriksaan sesuai dengan data yang dimasukkan oleh user/admin berupa username dan password. Dan ketika data benar maka sistem akan menampilkan halaman sesuai hak akses pengguna.	Valid
2.	Logout	Sistem dapat menerima proses logout yang telah dilakukan oleh pengguna sehingga pengguna dapat keluar dari sistem dan kembali ke halaman utama.	Sistem dapat menerima proses logout yang telah dilakukan oleh pengguna sehingga pengguna dapat keluar dari sistem dan kembali ke halaman utama.	Valid
3.	Daftar	Sistem dapat menerima proses saat pengguna akan mendaftar untuk mendapatkan hak akses <i>login</i> . Dan data pengguna akan disimpan pada database.	Sistem dapat menerima proses saat pengguna akan mendaftar untuk mendapatkan hak akses <i>login</i> . Dan data pengguna akan disimpan pada database.	Valid
4.	Ubah Data User	Sistem dapat menerima proses perubahan data yang dilakukan user dan dapat merubah isi yang ada pada database sesuai dengan data yang terbaru.	Sistem dapat menerima proses perubahan data yang dilakukan user dan dapat merubah isi yang ada pada database sesuai dengan data yang terbaru.	Valid
5.	Diagnosa Hama dan Penyakit	Sistem dapat menampilkan halaman diagnosa untuk pengguna berupa daftar keseluruhan gejala pada tanaman kedelai, dan	Sistem dapat menampilkan halaman diagnosa untuk pengguna berupa daftar keseluruhan gejala pada tanaman kedelai, dan	Valid

		dapat menerima gejala – gejala yang diinputkan oleh pengguna. Sistem juga dapat menampilkan hasil diagnosa berupa penyakit yang menyerang tanaman kedelai.	dapat menerima gejala – gejala yang diinputkan oleh pengguna. Sistem juga dapat menampilkan hasil diagnosa berupa penyakit yang menyerang tanaman kedelai.	
6.	Kelola Data Penyakit	Sistem dapat menerima data hasil kelola dari data hama dan penyakit yang di <i>input</i> kan oleh pengguna.	Sistem dapat menerima data hasil kelola dari data hama dan penyakit yang di <i>input</i> kan oleh pengguna.	Valid
7.	Kelola Data Gejala	Sistem dapat menerima data hasil kelola dari data gejala yang di <i>input</i> kan oleh pengguna.	Sistem dapat menerima data hasil kelola dari data gejala yang di <i>input</i> kan oleh pengguna.	Valid
8.	Kelola Nilai Bobot	Sistem dapat menerima data hasil kelola dari nilai bobot yang di <i>input</i> kan oleh pengguna.	Sistem dapat menerima data hasil kelola dari nilai bobot yang di <i>input</i> kan oleh pengguna.	Valid
9.	Kelola Relasi	Sistem dapat menerima data hasil kelola dari relasi yang di <i>input</i> kan oleh pengguna.	Sistem dapat menerima data hasil kelola dari relasi yang di <i>input</i> kan oleh pengguna.	Valid
10.	Rekap Hasil Diagnosa	Sistem dapat menampilkan halaman rekap hasil diagnosa	Sistem dapat menampilkan halaman rekap hasil diagnosa	Valid
11.	Informasi	Sistem dapat menampilkan halaman info berupa informasi mengenai hama dan penyakit tanaman kedelai tanpa perlu <i>login</i> .	Sistem dapat menampilkan halaman info berupa informasi mengenai hama dan penyakit tanaman kedelai tanpa perlu <i>login</i> .	Valid
12.	Halaman Bantuan	Sistem dapat menampilkan halaman bantuan yaitu mengenai alur menggunakan sistem tanpa perlu <i>login</i> .	Sistem dapat menampilkan halaman bantuan yaitu mengenai alur menggunakan sistem tanpa perlu <i>login</i> .	Valid

Berdasarkan tabel pengujian dengan menguji 12 kebutuhan fungsional, hasil pengujian pada sistem pakar mendiagnosa hama dan penyakit utama tanaman kedelai menghasilkan nilai validasi dengan perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Validasi} &= \frac{\text{jumlah tindakan yang dilakukan}}{\text{jumlah tindakan dalam daftar kebutuhan}} \times 100\% \\
 &= \frac{12}{12} \times 100\% = 100\%
 \end{aligned}$$

6.1.2 Skenario Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui performa pada sistem dalam memberikan kesimpulan mengenai hama atau penyakit yang ada pada tanaman kedelai. Dan untuk mengetahui kesamaan hasil antara hasil identifikasi oleh sistem dengan hasil identifikasi oleh pakar. Data yang diuji menggunakan 50 data uji yang diperoleh dari data kasus tanaman kedelai.

Dari 50 data uji, akan dilakukan analisa kesesuaian antara hasil identifikasi sistem dengan hasil identifikasi oleh pakar. Pada pengujian ini, hasil akurasi sistem akan diperoleh dan digunakan sebagai ukuran peforma dari sistem pakar yang telah dibuat.

6.1.2.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk mengetahui prsentase kecocokan antara hasil identifikasi sistem dengan hasil identifikasi oleh pakar. Terdapat 50 kasus dari pakar dan disertai hasil identifikasi oleh pakar yang kemudian akan dievaluasi dengan hasil keputusan sistem menggunakan metode *certainty factor*.

6.1.2.2 Prosedur

Prosedur dari pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil identifikasi sistem dengan hasil identifikasi oleh pakar. Dan dalam pengujian ini terdapat 50 kasus yang disertai dengan hasil identifikasi oleg pakar.

6.1.2.3 Hasil

Hasil pengujian akurasi sistem dari 50 data kasus yang telah diuji ditujukan pada tabel 6.14.

Tabel 6.14 Pengujian Akurasi Hasil Diagnosa Sistem dengan Pakar

No Data Uji.	Gejala yang muncul pada tanaman	Hasil Diagnosa Sistem	Hasil Diagnosa Pakar	Akurasi Hasil Perbandingan
1.	- Daun menjadi layu - Ada bercak berwarna putih kekungan pada permukaan daun - Bijinya mengecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih	Virus Mosaik (CF = 91%)	Virus Mosaik	1
2.	- Pertumbuhan Terhambat - Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai - Bentuk bercak menyudut berukuran 1 mm - Daun menjadi layu	Karat (CF = 95,5%)	Karat	1

3.	- Bentuk bercak menyudut berukuran 1mm - Ada daun yang kaku - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun	Downy Mildev (CF = 95%)	Downy Mildev	1
4.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Pertumbuhan terhambat - Daun mengkerut - Terdapat gambar mozaik dan berwarna hijau gelap.	Virus Mosaik (CF = 72%)	Virus Mosaik	1
5.	- Ada bintik putih pada daun - Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Pertumbuhan terhambat - Polong rusak - Terdapat larva di dalam polong - Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong	Lalat Bibit Kacang (CF = 96%)	Lalat Bibit Kacang	1
6.	- Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Polong rusak - Terdapat larva didalam polong - Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji	Ulat Grayak (CF = 91%)	Ulat Grayak	1
7.	- Ada bintik putih pada daun - Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat - Tanaman berwarna hitam	Kutu Bemisia (CF = 74,8%)	Kutu Bemisia	1
8.	- Daun menjadi layu - Batang kedelai kecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih - Daun mengkerut	Virus Mosaik (CF = 93%)	Virus Mosaik	1
9.	- Tanaman berwarna hitam - Banyak telur, nipa, dan imogodu di bawah daun	Kutu Bemisia (CF = 91%)	Kutu Bemisia	1

	- Tanaman kedelai tersisa tulang daun			
10.	- Pertumbuhan terhambat - Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong - Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai - Daun menjadi layu	Karat (CF = 91%)	Karat	1
11.	- Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji - Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong - Daun menjadi layu	Penggerek polong kedelai (CF = 91%)	Penggerek polong kedelai	1
12.	- Ada bintik putih pada daun - Pengisian polong tidak maksimal - Polong rusak	Ulat Grayak (CF = 55%)	Ulat Grayak	0
13.	- Daun menjadi layu - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil - Daun mengkerut	Virus Mosaik (CF = 37%)	Virus Mosaik	0
14.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Daun menjadi layu - Batang kedelai kecil	Lalat bibit kacang (CF = 37%)	Lalat bibit kacang	0
15.	- Terdapat larva di dalam polong - Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji - Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong - Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai - Bentuk bercak menyudut berukuran 1mm - Daun menjadi layu	Penggerek polong kedelai (CF = 95,5%)	Penggerek Polong Kedelai	1
16.	- Ada daun yang kaku - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil	Downy Mildew (CF = 95,5%)	Downy Mildew	1

	- Bijinya mengecil			
17.	- Keping biji gugur - Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat	Kutu bemisia (CF = 72%)	Kutu Bemisia	1
18.	- Tanaman layu - Polong rusak - Daun menjadi layu - Daun mengkerut - Terdapat gambar mosaik dan berwarna hijau gelap	Virus Mosaik (CF = 72%)	Virus Mosaik	1
19.	- Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Tanaman layu - Pertumbuhan terhambat - Banyak telur, nipa, dan imogodu di bawah daun - Batang kedelai kecil	Kutu bemisia (CF = 93%)	Kutu Bemisia	1
20.	- Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat - Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai - Bentuk bercak menyudut berukuran 1 mm	Karat (CF = 95%)	Karat	1
21.	- Ada bintik putih pada daun - Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Tanaman layu - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih - Daun mengkerut	Lalat bbit kacang (CF = 96,4%)	Lalat Bibit Kacang	1
22.	- Pertumbuhan terhambat - Tanaman berwarna hitam - Ada daun yang kaku - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil	Downy Mildew (CF = 95,5%)	Downy Mildew	1
23.	- Ada bintik putih pada daun - Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang	Lalat bibit kacang (CF = 96%)	Lalat Bibit Kacang	1

	- Banyak telur, nipha, dan Imogodu di bawah daun - Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji			
24.	- Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih	Downy mildew (CF = 91%)	Downy Mildew	1
25.	- Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat - Tanaman berwarna hitam - Banyak telur, nipha, dan imogodu dibawah daun	Kutu bemisia (CF = 97,48%)	Kutu Bemisia	1
26.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Polong rusak - Bijinya mengecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih - Daun mengkerut	Virus mosaik (CF = 93,7%)	Virus Mosaik	1
27.	- Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Keping biji gugur - Tanaman berwarna hitam - Polong rusak - Daun menjadi layu	Lalat bibit kacang (CF = 72%)	Lalat Bibit Kacang	1
28.	- Ada bintik putih pada daun - Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil	Lalat bibit kacang (CF = 96%)	Lalat Bibit Kacang	1
29.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Polong rusak - Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji	Penggerek polong kedelai (CF = 91%)	Penggerek Polong Kedelai	1

	- Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong			
30.	- Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih - Daun mengkerut - Terdapat gambar mosaik dan berwarna hijau gelap	Virus mosaik (CF = 97,2%)	Virus Mosaik	1
31.	- Ada bintik putih pada daun - Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat - Polong rusak - Daun menjadi layu	Kutu bemisia (CF = 72%)	Kutu Bemisia	1
32.	- Polong rusak - Daun menjadi layu - Ada daun yang kaku - Batang kedelai kecil	Downy mildew (CF = 55%)	Downy Mildew	0
33.	- Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Banyak telur, nipha, dan imogodu di bawah daun - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil	Downy mildew (CF = 91%)	Downy Mildew	1
34.	- Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat - Polong rusak - Terdapat larva di dalam polong	Kutu bemisia (CF = 72%)	Kutu Bemisia	1
35.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat	Kutu bemisia (CF = 72%)	Kutu Bemisia	1
36.	- Pertumbuhan terhambat - Banyak telur, nipha, dan imogodu di bawah daun - Daun menjadi layu - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil	Kutu bemisia (CF = 93%)	Kutu Bemisia	1
37.	- Ada bintik putih pada daun	Lalat bibit kacang (CF = 96%)	Lalat Bibit Kacang	1

	- Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih - Daun mengkerut			
38.	- Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Polong rusak - Terdapat larva didalam polong	Ulat grayak (CF = 91%)	Ulat Grayak	1
39.	- Pertumbuhan terhambat - Tanaman berwarna hitam - Banyak telur, nipha, dan imogodu di bawah daun - Polong rusak	Kutu bemisia (CF = 93,7%)	Kutu Bemisia	1
40.	- Polong rusak - Terdapat larva didalam polong - Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji - Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong	Penggerek polong kedelai (CF = 95,5%)	Penggerek Polong Kedelai	1
41.	- Pertumbuhan terhambat - Tanaman berwarna hitam - Banyak telur, nipha, dan imogodu di bawah daun	Kutu bemisia (CF = 93,7%)	Kutu Bemisia	1
42.	- Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai - Bentuk bercak menyudut berukuran 1 mm - Daun menjadi layu - Ada daun yang kaku	Karat (CF = 95,5%)	Karat	1
43.	- Ada alur coklat pada keping biji dan kulita batang - Tanaman layu - Banyak telur, nipha, dan imogodu dibawah daun - Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Polong rusak	Ulat grayak (CF = 91%)	Ulat Grayak	1
44.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Ada daun yang kaku	Downy mildew	Downy Mildew	1

	- Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil	(CF = 95,5%)		
45.	- Daun menjadi layu - Ada daun yang kaku - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil	Downy Mildew (CF = 55%)	-	0
46.	- Pertumbuhan terhambat - Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Polong rusak - Terdapat larva didalam polong	Ulat grayak (CF = 91%)	Ulat Grayak	1
47.	- Pengisian polong tidak maksimal - Tanaman berwarna hitam - Polong rusak - Bijinya mengecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih	Virus Mosaik (CF = 91%)	Virus Mosaik	1
48.	- Ada bintik putih pada daun - Tanaman layu - Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat - Tanaman kedelai tersisa tulang daun	Ulat grayak (CF = 95%)	Ulat Grayak	1
49.	- Daun menjadi layu - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih	Virus mosaik (CF = 91%)	Virus Mosaik	1
50.	- Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Tanaman layu - Keping biji gugur	Lalat bibit Kacang (CF = 74,8%)	Lalat Bibit Kacang	1

Hasil yang dihasilkan dari pengujian akurasi sitem jika bernilai 1, maka hasil perhitungan yang dilakukan sistem sama dengan hasil yang telah di identifikasi oleh pakar. Sebaliknya, jika menghasilkan nilai 0, maka hasil perhitungan oleh sistem tidak sama dengan identifikasi pakar. Berdasarkan tabel diatas dilakukan perhitungan akurasi yang menghasilkan nilai akurasi:

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{\text{jumlah data akurat}}{\text{jumlah seluruh data}} \times 100\%$$

$$= \frac{45}{50} \times 100\% = 90\%$$

6.2 Analisa Pengujian

Proses analisa yang dilakukan memiliki tujuan dalam mendapatkan kesimpulan dari hasil pengujian sistem pakar dalam mendiagnosa hama dan penyakit utama pada tanaman kedelai dengan metode *Certainty Factor*. Analisa dihasilkan dari setiap pengujian yaitu pengujian validasi dan pengujian akurasi.

6.2.1 Analisis Pengujian Validasi (*Blackbox Testing*)

Berdasarkan hasil pengujian dari *blackbox*, hasil sistem yang diharapkan telah sesuai dengan hasil yang didapatkan. Hasil nilai pengujian dari *blackbox* sebesar 100%. Kesimpulan dari pengujian ini, Sistem Pakar Mendiagnosa Hama dan Penyakit Utama Tanaman Kedelai dengan Metode *Certainty Factor* dapat dijalankan sesuai dengan daftar kebutuhan yang telah dibuat.

6.2.2 Analisis Akurasi

Hasil akurasi sistem berdasarkan 50 data uji yaitu sebesar 90%. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, hasil identifikasi dari setiap data uji berupa gejala – gejala yang muncul seharusnya menghasilkan nilai akurasi diatas 70%. Dari hasil data uji akurasi pada tabel 6.14, terdapat 5 data uji yang memiliki nilai akurasi di bawah 70%.

Pada data uji 12 nilai akurasi yang dihasilkan adalah 55%. Terdapat 3 gejala yang muncul pada tanaman yaitu:

- Ada bintik putih pada daun dengan nilai bobot 0,9 untuk gejala lalat bibit kacang dan 0,5 untuk gejala ulat grayak
- Pengisian polong tidak maksimal dengan nilai bobot 0,6 untuk gejala kutu bemisia
- Polong rusak dengan nilai bobot 0,1 untuk gejala ulat grayak.

Dari gejala dan nilai bobot tersebut, hanya dua gejala yang dapat dihitung dengan CF kombinasi yaitu gejala ada bintik putih pada daun dan polong rusak sehingga menghasilkan perhitungan 55%. Nilai bobot lain tidak dapat dihitung karna tidak sesuai dengan perhitungan CF kombinasi yaitu hanya ada 1 gejala. Selain itu gejala ulat grayak yang ada pada data uji 12 kurang spesifik sehingga perhitungan yang dihasilkan kurang dari 70%.

Pada data uji 13 nilai akurasi yang dihasilkan adalah 37%. Hanya terdapat 2 gejala yang dapat dihitung dengan perhitungan CF kombinasi dari 4 gejala yang muncul yaitu:

- Bijinya mengecil dengan nilai bobot 0,1 untuk gejala Virus Mosaik.
- Daun mengkerut dengan nilai bobot 0,3 untuk gejala Virus Mosaik.

Gejala dari Virus Mosaik yang ada pada data uji 13 juga kurang spesifik sehingga perhitungan yang dihasilkan kurang dari 70%.

Pada data uji 14 nilai akurasi yang dihasilkan adalah 37%. Sama halnya dengan data uji 13, hanya ada 2 gejala yang dapat dihitung dengan perhitungan CF kombinasi dari 5 gejala yang muncul yaitu:

- Tanaman layu dengan nilai bobot 0,1 untuk gejala Lalat Bibit Kacang
 - Keping biji gugur dengan nilai bobot 0,3 untuk gejala Lalat Bibit Kacang
- Gejala dari lalat bibit kacang yang ada pada data uji 13 juga kurang spesifik sehingga perhitungan yang dihasilkan kurang dari 70%.

Pada data uji 32 dan data uji 45 nilai akurasi yang dihasilkan sama yaitu 55%. Dan hanya terdapat 2 gejala yang dapat dihitung dengan perhitungan CF kombinasi dari 4 gejala yang muncul yaitu:

- Ada daun yang kaku dengan nilai bobot 0,5 untuk gejala Downy Mildew.
- Batang kedelai kecil dengan nilai bobot 0,1 untuk gejala Downy Mildew.

Gejala dari Downy Mildew yang ada pada data uji 32 dan 45 juga kurang spesifik sehingga perhitungan yang dihasilkan kurang dari 70%.

6.3 Pengujian Pengaruh Perubahan Nilai *Certainty Factor*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh masukan gejala ketika menaikkan serta menurunkan nilai bobot CF pada setiap gejala. Pada pengujian ini nilai bobot diturunkan sebanyak 0.1 dari nilai bobot CF yang diberikan oleh pakar pada pengujian pertama, sedangkan pengujian yang kedua dinaikkan sebesar 0.1 dari nilai bobot yang diberikan oleh pakar pada setiap gejala.

6.3.1 Skenario Pengujian Pengaruh Perubahan Nilai

Skenario pengujian ini dilakukan dengan menurunkan nilai bobot sebesar 0.1 dari nilai bobot awal yang diberikan oleh pakar serta menaikkan nilai bobot sebesar 0.1 dari nilai bobot awal yang diberikan pakar. Data yang diuji berjumlah 50 data uji mengidentifikasi penyakit dan hama pada tanaman kedelai yang diberikan oleh pakar.

6.3.1.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui pengaruh masukan gejala ketika nilai bobot dinaikkan serta diturunkan dari nilai CF awal yang diberikan oleh pakar. Data uji yang digunakan berjumlah 50 data.

6.3.1.2 Prosedur

Prosedur pengujian ini dengan dilakukan dengan menaikkan nilai bobot CF 0.1 dan menurunkan nilai bobot CF sebesar 0.1 dari nilai awal bobot CF yang diberikan oleh pakar dan diujikan pada 50 data uji yang juga diberikan oleh pakar.

6.3.1.3 Hasil

Hasil pengujian akurasi sistem setelah nilai bobot diturunkan 0.1 dari 50 data yang telah diuji ditujukan pada tabel 6.15

Tabel 6.15 Hasil Pengujian Kesesuaian Nilai Bobot CF (-0.1)

No Data Uji.	Gejala yang muncul pada tanaman	Hasil Diagnosa Sistem	Hasil Diagnosa Pakar	Akurasi Hasil Perbandingan
1.	- Daun menjadi layu - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Bijinya mengecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih	Virus Mosaik (CF = 80%)	Virus Mosaik	1
2.	- Pertumbuhan Terhambat - Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai - Bentuk bercak menyudut berukuran 1 mm - Daun menjadi layu	Karat (CF = 88%)	Karat	1
3.	- Bentuk bercak menyudut berukuran 1mm - Ada daun yang kaku - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun	Downy Mildev (CF = 88%)	Downy Mildev	1
4.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Pertumbuhan terhambat - Daun mengkerut - Terdapat gambar mozaik dan berwarna hijau gelap.	Virus Mosaik (CF = 60%)	Virus Mosaik	1
5.	- Ada bintik putih pada daun - Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Pertumbuhan terhambat - Polong rusak - Terdapat larva di dalam polong - Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong	Lalat Bibit Kacang (CF = 90%)	Lalat Bibit Kacang	1
6.	- Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Polong rusak	Ulat Grayak (CF = 80%)	Ulat Grayak	1

	- Terdapat larva didalam polong - Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji			
7.	- Ada bintik putih pada daun - Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat - Tanaman berwarna hitam	Kutu Bemisia (CF = 60%)	Kutu Bemisia	1
8.	- Daun menjadi layu - Batang kedelai kecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih - Daun mengkerut	Virus Mosaik (CF = 84%)	Virus Mosaik	1
9.	- Tanaman berwarna hitam - Banyak telur, nipha, dan imogodu di bawah daun - Tanaman kedelai tersisa tulang daun	Kutu Bemisia (CF = 80%)	Kutu Bemisia	1
10.	- Pertumbuhan terhambat - Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong - Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai - Daun menjadi layu	Karat (CF = 80%)	Karat	1
11.	- Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji - Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong - Daun menjadi layu	Penggerek polong kedelai (CF = 80%)	Penggerek polong kedelai	1
12.	- Ada bintik putih pada daun - Pengisian polong tidak maksimal - Polong rusak	Ulat Grayak (CF = 40%)	Ulat Grayak	0
13.	- Daun menjadi layu - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil - Daun mengkerut	Virus Mosaik (CF = 20%)	Virus Mosaik	0
14.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Daun menjadi layu - Batang kedelai kecil	Lalat bibit kacang (CF = 20%)	Lalat Bibit Kacang	0

15.	- Terdapat larva di dalam polong - Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji - Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong - Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai - Bentuk bercak menyudut berukuran 1mm - Daun menjadi layu	Penggerek polong kedelai (CF = 88%)	Penggerek Polong Kedelai	1
16.	- Ada daun yang kaku - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil	Downy Mildew (CF = 88%)	Downy Mildew	1
17.	- Keping biji gugur - Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat	Kutu bemisia (CF = 60%)	Kutu Bemisia	1
18.	- Tanaman layu - Polong rusak - Daun menjadi layu - Daun mengkerut - Terdapat gambar mosaik dan berwarna hijau gelap	Virus Mosaik (CF = 60%)	Virus Mosaik	1
19.	- Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Tanaman layu - Pertumbuhan terhambat - Banyak telur, nipha, dan imogodu di bawah daun - Batang kedelai kecil	Kutu bemisia (CF = 84%)	Kutu Bemisia	1
20.	- Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat - Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai - Bentuk bercak menyudut berukuran 1 mm	Karat (CF = 88%)	Karat	1
21.	- Ada bintik putih pada daun	Lalat bbit kacang (CF = 90%)	Lalat Bibit Kacang	1

	- Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Tanaman layu - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih - Daun mengkerut			
22.	- Pertumbuhan terhambat - Tanaman berwarna hitam - Ada daun yang kaku - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil	Downy Mildew (CF = 88%)	Downy Mildew	1
23.	- Ada bintik putih pada daun - Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Banyak telur, nipha, dan Imogodu di bawah daun - Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji	Lalat bibit kacang (CF = 90%)	Lalat Bibit Kacang	1
24.	- Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih	Downy mildew (CF = 80%)	Downy Mildew	1
25.	- Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat - Tanaman berwarna hitam - Banyak telur, nipha, dan imogodu dibawah daun	Kutu bemisia (CF = 92%)	Kutu Bemisia	1
26.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Polong rusak - Bijinya mengecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih - Daun mengkerut	Virus mosaik (CF = 84%)	Virus Mosaik	1
27.	- Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Keping biji gugur - Tanaman berwarna hitam - Polong rusak	Lalat bibit kacang (CF = 60%)	Lalat Bibit Kacang	1

	- Daun menjadi layu			
28.	- Ada bintik putih pada daun - Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil	Lalat bibit kacang (CF = 90%)	Lalat Bibit Kacang	1
29.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Polong rusak - Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji - Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong	Penggerek polong kedelai (CF = 80%)	Penggerek Polong Kedelai	1
30.	- Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih - Daun mengkerut - Terdapat gambar mosaik dan berwarna hijau gelap	Virus mosaik (CF = 92%)	Virus Mosaik	1
31.	- Ada bintik putih pada daun - Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat - Polong rusak - Daun menjadi layu	Kutu bemisia (CF = 60%)	Kutu Bemisia	1
32.	- Polong rusak - Daun menjadi layu - Ada daun yang kaku - Batang kedelai kecil	Downy mildew (CF = 40%)	Downy Mildew	0
33.	- Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Banyak telur, nipha, dan imogodu di bawah daun - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil	Downy mildew (CF = 80%)	Downy Mildew	1
34.	- Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat	Kutu bemisia (CF = 60%)	Kutu Bemisia	1

	- Polong rusak - Terdapat larva di dalam polong			
35.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat	Kutu bemisia (CF = 60%)	Kutu Bemisia	1
36.	- Pertumbuhan terhambat - Banyak telur, nipa, dan imogodu di bawah daun - Daun menjadi layu - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil	Kutu bemisia (CF = 84%)	Kutu Bemisia	1
37.	- Ada bintik putih pada daun - Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih - Daun mengkerut	Lalat bibit kacang (CF = 90%)	Lalat Bibit Kacang	1
38.	- Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Polong rusak - Terdapat larva didalam polong	Ulat grayak (CF = 80%)	Ulat Grayak	1
39.	- Pertumbuhan terhambat - Tanaman berwarna hitam - Banyak telur, nipa, dan imogodu di bawah daun - Polong rusak	Kutu bemisia (CF = 84%)	Kutu Bemisia	1
40.	- Polong rusak - Terdapat larva didalam polong - Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji - Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong	Penggerek polong kedelai (CF = 88%)	Penggerek Polong Kedelai	1
41.	- Pertumbuhan terhambat - Tanaman berwarna hitam - Banyak telur, nipa, dan imogodu di bawah daun	Kutu bemisia (CF = 84%)	Kutu Bemisia	1
42.	- Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai - Bentuk bercak menyudut berukuran 1 mm	Karat (CF = 88%)	Karat	1

	- Daun menjadi layu - Ada daun yang kaku			
43.	- Ada alur coklat pada keping biji dan kulita batang - Tanaman layu - Banyak telur, nippa, dan imogodu dibawah daun - Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Polong rusak	Ulat grayak (CF = 80%)	Ulat Grayak	1
44.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Ada daun yang kaku - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil	Downy mildew (CF = 88%)	Downy Mildew	1
45.	- Daun menjadi layu - Ada daun yang kaku - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil	Downy Mildew (CF = 40%)	Downy Mildew	0
46.	- Pertumbuhan terhambat - Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Polong rusak - Terdapat larva didalam polong	Ulat grayak (CF = 80%)	Ulat Grayak	1
47.	- Pengisian polong tidak maksimal - Tanaman berwarna hitam - Polong rusak - Bijinya mengecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih	Virus Mosaik (CF = 80%)	Virus Mosaik	1
48.	- Ada bintik putih pada daun - Tanaman layu - Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat - Tanaman kedelai tersisa tulang daun	Ulat grayak (CF = 88%)	Ulat Grayak	1
49.	- Daun menjadi layu - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih	Virus mosaik (CF = 80%)	Virus Mosaik	1

50.	- Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Tanaman layu - Keping biji gugur	Lalat bibit Kacang (CF = 60%)	Lalat Bibit Kacang	1
-----	--	-------------------------------------	-----------------------	---

Hasil dari pengujian perubahan nilai bobot CF pada 50 data uji dengan menurunkan 0.1 dari nilai bobot awal menghasilkan nilai akurasi sebagai berikut:

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{\text{jumlah data akurat}}{\text{jumlah seluruh data}} \times 100\%$$

$$= \frac{31}{50} \times 100\% = 62\%$$

Dan berikut merupakan hasil pengujian perubahan nilai bobot dengan menaikkan sebesar 0.1 dan ditujukan pada tabel 6.16.

Tabel 6.16 Hasil Pengujian Kesesuaian Nilai Bobot CF (+0.1)

No Data Uji.	Gejala yang muncul pada tanaman	Hasil Diagnosa Sistem	Hasil Diagnosa Pakar	Akurasi Hasil Perbandingan
1.	- Daun menjadi layu - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Bijinya mengecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih	Virus Mosaik (CF = 100%)	Virus Mosaik	1
2.	- Pertumbuhan Terhambat - Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai - Bentuk bercak menyudut berukuran 1 mm - Daun menjadi layu	Karat (CF = 100%)	Karat	1
3.	- Bentuk bercak menyudut berukuran 1mm - Ada daun yang kaku - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun	Downy Mildev (CF = 100%)	Downy Mildev	1
4.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Pertumbuhan terhambat - Daun mengkerut	Virus Mosaik (CF = 82%)	Virus Mosaik	1

	- Terdapat gambar mozaik dan berwarna hijau gelap.			
5.	- Ada bintik putih pada daun - Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Pertumbuhan terhambat - Polong rusak - Terdapat larva di dalam polong - Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong	Lalat Bibit Kacang (CF = 100%)	Lalat Bibit Kacang	1
6.	- Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Polong rusak - Terdapat larva didalam polong - Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji	Ulat Grayak (CF = 100%)	Ulat Grayak	1
7.	- Ada bintik putih pada daun - Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat - Tanaman berwarna hitam	Kutu Bemisia (CF = 85,6%)	Kutu Bemisia	1
8.	- Daun menjadi layu - Batang kedelai kecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih - Daun mengkerut	Virus Mosaik (CF = 100%)	Virus Mosaik	1
9.	- Tanaman berwarna hitam - Banyak telur, nipa, dan imogodu di bawah daun - Tanaman kedelai tersisa tulang daun	Kutu Bemisia (CF = 100%)	Kutu Bemisia	1
10.	- Pertumbuhan terhambat - Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong - Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai - Daun menjadi layu	Karat (CF = 100%)	Karat	1

11.	- Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji - Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong - Daun menjadi layu	Penggerek polong kedelai (CF = 100%)	Penggerek polong kedelai	1
12.	- Ada bintik putih pada daun - Pengisian polong tidak maksimal - Polong rusak	Ulat Grayak (CF = 68%)	Ulat Grayak	0
13.	- Daun menjadi layu - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil - Daun mengkerut	Virus Mosaik (CF = 52%)	Virus Mosaik	0
14.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Daun menjadi layu - Batang kedelai kecil	Lalat bibit kacang (CF = 52%)	Lalat Bibit Kacang	0
15.	- Terdapat larva di dalam polong - Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji - Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong - Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai - Bentuk bercak menyudut berukuran 1mm - Daun menjadi layu	Penggerek polong kedelai (CF = 100%)	Penggerek Polong Kedelai	1
16.	- Ada daun yang kaku - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil	Downy Mildew (CF = 100%)	Downy Mildew	1
17.	- Keping biji gugur - Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat	Kutu bemisia (CF = 82%)	Kutu Bemisia	1
18.	- Tanaman layu - Polong rusak - Daun menjadi layu - Daun mengkerut - Terdapat gambar mosaik dan berwarna hijau gelap	Virus Mosaik (CF = 82%)	Virus Mosaik	1

19.	- Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Tanaman layu - Pertumbuhan terhambat - Banyak telur, nipha, dan imogodu di bawah daun - Batang kedelai kecil	Kutu bemisia (CF = 100%)	Kutu Bemisia	1
20.	- Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat - Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai - Bentuk bercak menyudut berukuran 1 mm	Karat (CF = 100%)	Karat	1
21.	- Ada bintik putih pada daun - Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Tanaman layu - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih - Daun mengkerut	Lalat bibit kacang (CF = 100%)	Lalat Bibit Kacang	1
22.	- Pertumbuhan terhambat - Tanaman berwarna hitam - Ada daun yang kaku - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil	Downy Mildew (CF = 100%)	Downy Mildew	1
23.	- Ada bintik putih pada daun - Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Banyak telur, nipha, dan Imogodu di bawah daun - Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji	Lalat bibit kacang (CF = 100%)	Lalat Bibit Kacang	1
24.	- Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih	Downy mildew (CF = 100%)	Downy Mildew	1

25.	- Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat - Tanaman berwarna hitam - Banyak telur, nipha, dan imogodu dibawah daun	Kutu bemisia (CF = 100%)	Kutu Bemisia	1
26.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Polong rusak - Bijinya mengecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih - Daun mengkerut	Virus mosaik (CF = 100%)	Virus Mosaik	1
27.	- Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Keping biji gugur - Tanaman berwarna hitam - Polong rusak - Daun menjadi layu	Lalat bibit kacang (CF = 82%)	Lalat Bibit Kacang	1
28.	- Ada bintik putih pada daun - Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil	Lalat bibit kacang (CF = 100%)	Lalat Bibit Kacang	1
29.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Polong rusak - Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji - Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong	Penggerek polong kedelai (CF = 100%)	Penggerek Polong Kedelai	1
30.	- Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih - Daun mengkerut - Terdapat gambar mosaik dan berwarna hijau gelap	Virus mosaik (CF = 100%)	Virus Mosaik	1
31.	- Ada bintik putih pada daun - Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat - Polong rusak	Kutu bemisia (CF = 82%)	Kutu Bemisia	1

	- Daun menjadi layu			
32.	- Polong rusak - Daun menjadi layu - Ada daun yang kaku - Batang kedelai kecil	Downy mildew (CF = 68%)	Downy Mildew	0
33.	- Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Banyak telur, nipha, dan imogodu di bawah daun - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil	Downy mildew (CF = 100%)	Downy Mildew	1
34.	- Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat - Polong rusak - Terdapat larva di dalam polong	Kutu bemisia (CF = 82%)	Kutu Bemisia	1
35.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat	Kutu bemisia (CF = 82%)	Kutu Bemisia	1
36.	- Pertumbuhan terhambat - Banyak telur, nipha, dan imogodu di bawah daun - Daun menjadi layu - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil	Kutu bemisia (CF = 100%)	Kutu Bemisia	1
37.	- Ada bintik putih pada daun - Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih - Daun mengkerut	Lalat bibit kacang (CF = 100%)	Lalat Bibit Kacang	1
38.	- Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Polong rusak - Terdapat larva didalam polong	Ulat grayak (CF = 100%)	Ulat Grayak	1
39.	- Pertumbuhan terhambat - Tanaman berwarna hitam - Banyak telur, nipha, dan imogodu di bawah daun - Polong rusak	Kutu bemisia (CF = 100%)	Kutu Bemisia	1

40.	- Polong rusak - Terdapat larva didalam polong - Terdapat bekas jalan masuk larva pada biji - Terdapat lubang gerek berbentuk bundar pada kulit polong	Penggerek polong kedelai (CF = 100%)	Penggerek Polong Kedelai	1
41.	- Pertumbuhan terhambat - Tanaman berwarna hitam - Banyak telur, nipa, dan imogodu di bawah daun	Kutu bemisia (CF = 100%)	Kutu Bemisia	1
42.	- Ada bercak merah karat pada daun batang dan tangkai - Bentuk bercak menyudut berukuran 1 mm - Daun menjadi layu - Ada daun yang kaku	Karat (CF = 100%)	Karat	1
43.	- Ada alur coklat pada keping biji dan kulita batang - Tanaman layu - Banyak telur, nipa, dan imogodu dibawah daun - Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Polong rusak	Ulat grayak (CF = 100%)	Ulat Grayak	1
44.	- Tanaman layu - Keping biji gugur - Ada daun yang kaku - Ada bercak berwarna putih kekuningan pada permukaan daun - Batang kedelai kecil	Downy mildew (CF = 100%)	Downy Mildew	1
45.	- Daun menjadi layu - Ada daun yang kaku - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil	Downy Mildew (CF = 68%)	Downy Mildew	0
46.	- Pertumbuhan terhambat - Tanaman kedelai tersisa tulang daun - Polong rusak - Terdapat larva didalam polong	Ulat grayak (CF = 100%)	Ulat Grayak	1
47.	- Pengisian polong tidak maksimal - Tanaman berwarna hitam - Polong rusak	Virus Mosaik (CF = 100%)	Virus Mosaik	1

	- Bijinya mengecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih			
48.	- Ada bintik putih pada daun - Tanaman layu - Pengisian polong tidak maksimal - Pertumbuhan terhambat - Tanaman kedelai tersisa tulang daun	Lalat Bibit Kacang (CF = 100%)	Ulat Grayak	0
49.	- Daun menjadi layu - Batang kedelai kecil - Bijinya mengecil - Tulang daun pada batang berwarna kurang jernih	Virus mosaik (CF = 100%)	Virus Mosaik	1
50.	- Ada alur coklat pada keping biji dan kulit batang - Tanaman layu - Keping biji gugur	Lalat bibit Kacang (CF = 85.6%)	Lalat Bibit Kacang	1

Hasil dari pengujian perubahan nilai bobot CF pada 50 data uji dengan menaikkan 0.1 dari nilai bobot awal menghasilkan nilai akurasi sebagai berikut:

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{\text{jumlah data akurat}}{\text{jumlah seluruh data}} \times 100\%$$

$$= \frac{45}{50} \times 100\% = 90\%$$

6.3.2 Analisa Pengujian Perubahan Nilai Bobot

Berdasarkan hasil pengujian perubahan nilai yang dilakukan menghasilkan dua nilai akurasi yang berbeda. Ketika nilai bobot diturunkan sebesar 0.1 nilai akurasi yang dihasilkan 62%, terdapat 14 data yang tidak sesuai dari 50 data uji dikarenakan nilai presentase CF yang dihasilkan kurang dari 70% sehingga hasil identifikasi yang dihasilkan kurang optimal. Sehingga ketika nilai bobot diturunkan sebesar 0.1, hasil akurasi mengalami perubahan dari akurasi awal, yaitu semakin menurun.

Sedangkan ketika nilai bobot dinaikkan sebesar 0.1 nilai akurasi yang dihasilkan sama dengan pengujian akurasi dengan nilai bobot awal yaitu sebesar 90%, terdapat 5 data yang tidak sesuai dari 50 data uji. Akan tetapi terdapat 1 data uji yang tidak sesuai dengan pakar meskipun nilai akurasi yang dihasilkan diatas 70% yaitu data uji 48. Setelah dinaikkan penyakit yang teridentifikasi yaitu Lalat Bibit Kacang, sedangkan hasil pakar yaitu teridentifikasi Ulat Grayak. Sehingga, dengan menaikkan nilai bobot sebesar 0.1 dapat disimpulkan tidak mengalami perubahan yaitu hasil akurasi 90%.

6.4 Pengujian Nilai Bobot Terbaik

Nilai bobot sangat diperlukan dalam perhitungan menggunakan metode *Certainty Factor* sehingga dapat menampilkan nilai CF akhir yang dapat mengidentifikasi penyakit atau hama apa yang menyerang tanaman. Pengujian nilai bobot ini dilakukan untuk menentukan nilai bobot terbaik dari gejala sehingga dapat menghasilkan nilai CF akhir yang lebih optimal.

6.4.1 Skenario Pengujian Nilai Bobot

Pengujian nilai bobot terbaik menggunakan 5 data yang ada pada Tabel 6.14 *Pengujian Akurasi Hasil Diagnosa Sistem dengan Pakar* yaitu data uji 12, 13, 14, 32, dan 45. Ke 5 data uji tersebut menghasilkan hasil diagnosa yang sama antara sistem dengan pakar, tetapi nilai CF yang dihasilkan kurang optimal yaitu masih dibawah 70%. Sehingga pada pengujian ini diharapkan akan diperoleh nilai CF yang lebih optimal.

6.4.1.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini untuk menentukan nilai bobot terbaik sehingga akan diperoleh nilai CF yang lebih optimal. Data yang digunakan yaitu 5 data uji yang ada pada Tabel 6.14 *Pengujian Akurasi Hasil Diagnosa Sistem dengan Pakar* dimana ke 5 data tersebut nilai CF yang dihasilkan kurang optimal.

6.4.1.2 Prosedur

Prosedur dalam pengujian nilai bobot ini dengan merubah nilai bobot gejala sehingga ketika digunakan dalam perhitungan pada metode *certainty factor* akan menghasilkan nilai CF yang lebih optimal.

6.4.1.3 Hasil

Berikut merupakan hasil pengujian nilai bobot terbaik:

1. Data uji 12 menunjukkan bahwa hasil diagnosa sistem yaitu tanaman terserang Hama Ulat Grayak dan hasil diagnosa pakar juga menunjukkan tanaman terserang Hama Ulat Grayak. Akan tetapi nilai CF akhir yang dihasilkan adalah 0,55. Nilai bobot gejala yang muncul pada data uji 12 ditunjukan pada tabel 6.17.

Tabel 6.17 Nilai Bobot Gejala Pada Data Uji 12

Gejala	Penyakit dan Hama Tanaman Kedelai						
	Lalat bibit kacang	Kutu bemisia	Ulat grayak	Penggerek polong kedelai	Karat	Downy mildew	Virus mosaik
Ada bintik putih pada daun	0.9	-	0.5	-	-	-	-

Pengisian polong tidak maksimal	-	0.6	-	-	-	-	-
Polong rusak	-	-	0.1	-	-	-	-

Untuk mendapatkan hasil dari nilai CF yang optimal, maka dilakukan pencarian nilai bobot terbaik pada data uji 12. Nilai bobot terbaik ditujukan pada Tabel 6.18.

Tabel 6.18 Nilai Bobot Terbaik Gejala Pada Data Uji 12

Gejala	Penyakit dan Hama Tanaman Kedelai						
	Lalat bibit kacang	Kutu bemisia	Ulat grayak	Penggerek polong kedelai	Karat	Downy mildew	Virus mosaik
Ada bintik putih pada daun	0.9	-	0.6	-	-	-	-
Pengisian polong tidak maksimal	-	0.6	-	-	-	-	-
Polong rusak	-	-	0.3	-	-	-	-

Hasil yang didapatkan setelah melakukan perubahan pada nilai bobot gejala yang ada pada data uji 12 dengan mengacu pada tabel 6.18, nilai CF akhir yang dihasilkan yaitu 0.72 atau sebesar 72%.

- Data uji 13 menunjukkan bahwa hasil diagnosa sistem yaitu tanaman terserang Penyakit Virus Mosaik dan hasil diagnosa pakar juga menunjukkan tanaman terserang Penyakit Virus Mosaik. Akan tetapi nilai CF akhir yang dihasilkan adalah 0,37. Nilai bobot gejala yang muncul pada data uji 13 ditujukan pada tabel 6.19.

Tabel 6.19 Nilai Bobot Gejala Pada Data Uji 13

Gejala	Penyakit dan Hama Tanaman Kedelai						
	Lalat bibit kacang	Kutu bemisia	Ulat grayak	Penggerek polong kedelai	Karat	Downy mildew	Virus mosaik
Daun menjadi layu	-	-	-	-	0.1	-	-
Batang kedelai kecil	-	-	-	-	-	0.1	-
Bijinya mengecil	-	-	-	-	-	-	0.1
Daun mengkerut	-	-	-	-	-	-	0.3

Untuk mendapatkan hasil dari nilai CF yang optimal, maka dilakukan pencarian nilai bobot terbaik pada data uji 13. Nilai bobot terbaik ditujukan pada Tabel 6.20.

Tabel 6.20 Nilai Bobot Terbaik Gejala Pada Data Uji 13

Gejala	Penyakit dan Hama Tanaman Kedelai						
	Lalat bibit kacang	Kutu bemisia	Ulat grayak	Penggerek polong kedelai	Karat	Downy mildew	Virus mosaik
Daun menjadi layu	-	-	-	-	0.1	-	-
Batang kedelai kecil	-	-	-	-	-	0.1	-
Bijinya mengecil	-	-	-	-	-	-	0.3
Daun mengkerut	-	-	-	-	-	-	0.6

Hasil yang didapatkan setelah melakukan perubahan pada nilai bobot gejala yang ada pada data uji 13 dengan mengacu pada tabel 6.20, nilai CF akhir yang dihasilkan yaitu 0.72 atau sebesar 72%.

3. Data uji 14 menunjukkan bahwa hasil diagnosa sistem yaitu tanaman terserang Hama Lalat Bibit Kacang dan hasil diagnosa pakar juga menunjukkan tanaman terserang Hama Lalat Bibit Kacang. Akan tetapi nilai CF akhir yang dihasilkan adalah 0,37. Nilai bobot gejala yang muncul pada data uji 14 ditujukan pada tabel 6.21.

Tabel 6.21 Nilai Bobot Gejala Pada Data Uji 14

Gejala	Penyakit dan Hama Tanaman Kedelai						
	Lalat bibit kacang	Kutu bemisia	Ulat grayak	Penggerek polong kedelai	Karat	Downy mildew	Virus mosaik
Tanaman layu	0.1	-	-	-	-	-	-
Keping biji gugur	0.3	-	-	-	-	-	-
Daun menjadi layu	-	-	-	-	0.1	-	-
Batang kedelai kecil	-	-	-	-	-	0.1	-

Untuk mendapatkan hasil dari nilai CF yang optimal, maka dilakukan pencarian nilai bobot terbaik pada data uji 14. Nilai bobot terbaik ditujukan pada Tabel 6.22.

Tabel 6.22 Nilai Bobot Terbaik Gejala Pada Data Uji 14

Gejala	Penyakit dan Hama Tanaman Kedelai						
	Lalat bibit kacang	Kutu bemisia	Ulat grayak	Penggerek polong kedelai	Karat	Downy mildew	Virus mosaik
Tanaman layu	0.3	-	-	-	-	-	-
Keping biji gugur	0.6	-	-	-	-	-	-
Daun menjadi layu	-	-	-	-	0.1	-	-
Batang kedelai kecil	-	-	-	-	-	0.1	-

Hasil yang didapatkan setelah melakukan perubahan pada nilai bobot gejala yang ada pada data uji 14 dengan mengacu pada tabel 6.22, nilai CF akhir yang dihasilkan yaitu 0.72 atau sebesar 72%.

4. Data uji 32 dan 45 menunjukkan bahwa hasil diagnosa sistem yaitu tanaman terserang Penyakit Downy Mildew dan hasil diagnosa pakar juga menunjukkan tanaman terserang Penyakit Downy Mildew. Akan tetapi nilai CF akhir yang dihasilkan adalah 0,55. Nilai bobot gejala yang muncul pada data uji 32 dan 45 ditujukan pada tabel 6.23 dan tabel 6.24.

Tabel 6.23 Nilai Bobot Gejala Pada Data Uji 32

Gejala	Penyakit dan Hama Tanaman Kedelai						
	Lalat bibit kacang	Kutu bemisia	Ulat grayak	Penggerek polong kedelai	Karat	Downy mildew	Virus mosaik
Polong rusak	-	-	0.1	-	-	-	-
Daun menjadi layu	-	-	-	-	0.1	-	-
Ada daun yang kaku	-	-	-	-	-	0.5	-
Batang kedelai kecil	-	-	-	-	-	0.1	-

Tabel 6.24 Nilai Bobot Gejala Pada Data Uji 45

Gejala	Penyakit dan Hama Tanaman Kedelai						
	Lalat bibit kacang	Kutu bemisia	Ulat grayak	Penggerek polong kedelai	Karat	Downy mildew	Virus mosaik
Daun menjadi layu	-	-	-	-	0.1	-	-
Ada daun yang kaku	-	-	-	-	-	0.5	-
Batang kedelai kecil	-	-	-	-	-	0.1	-
Bijinya mengecil	-	-	-	-	-	-	0.1

Untuk mendapatkan hasil dari nilai CF yang optimal, maka dilakukan pencarian nilai bobot terbaik pada data uji 32 dan 45. Nilai bobot terbaik ditunjukkan pada Tabel 6.25 dan 6.26.

Tabel 6.25 Nilai Bobot Terbaik Gejala Pada Data Uji 32

Gejala	Penyakit dan Hama Tanaman Kedelai						
	Lalat bibit kacang	Kutu bemisia	Ulat grayak	Penggerek polong kedelai	Karat	Downy mildew	Virus mosaik
Polong rusak	-	-	0.1	-	-	-	-
Daun menjadi layu	-	-	-	-	0.1	-	-
Ada daun yang kaku	-	-	-	-	-	0.7	-
Batang kedelai kecil	-	-	-	-	-	0.1	-

Tabel 6.26 Nilai Bobot Terbaik Gejala Pada Data Uji 45

Gejala	Penyakit dan Hama Tanaman Kedelai						
	Lalat bibit kacang	Kutu bemisia	Ulat grayak	Penggerek polong kedelai	Karat	Downy mildew	Virus mosaik
Daun menjadi layu	-	-	-	-	0.1	-	-
Ada daun yang kaku	-	-	-	-	-	0.7	-
Batang kedelai kecil	-	-	-	-	-	0.1	-

Bijinya mengecil	-	-	-	-	-	-	0.1
------------------	---	---	---	---	---	---	-----

Hasil yang didapatkan setelah melakukan perubahan pada nilai bobot gejala yang ada pada data uji 32 dan 45 dengan mengacu pada tabel 6.24 dan tabel 6.26, nilai CF akhir yang dihasilkan yaitu 0.73 atau sebesar 73%.

6.4.2 Analisa Pengujian Nilai Bobot

Hasil yang ditujukan pada pengujian nilai bobot terbaik yaitu menunjukkan adanya kenaikan yang optimal pada nilai CF akhir. Pada data uji 12 dengan nilai CF akhir yang awalnya sebesar 0.55 setelah dilakukan perbaikan nilai bobot dengan menaikkan nilai bobot gejala polong rusak sebesar 0.2 yaitu dengan awal nilai bobot 0.1 menjadi 0.2 dan menaikkan nilai bobot gejala ada bintik putih pada daun sebesar 0.1 dengan awal nilai bobot 0.5 menjadi 0.6 menghasilkan nilai CF akhir sebesar 0.72. Sehingga dengan nilai CF akhir 0.72 hasil identifikasi sudah optimal.

Pada data uji 13 dengan nilai CF akhir yang awalnya sebesar 0.37 setelah dilakukan perbaikan nilai bobot dengan menaikkan nilai bobot gejala bijinya mengecil sebesar 0.2 yaitu dengan awal nilai bobot 0.1 menjadi 0.3 dan menaikkan nilai bobot gejala daun mengkerut sebesar 0.3 dengan awal nilai bobot 0.3 menjadi 0.6 menghasilkan nilai CF akhir sebesar 0.72. Sehingga dengan nilai CF akhir 0.72 hasil identifikasi sudah optimal.

Pada data uji 14 dengan nilai CF akhir yang awalnya sebesar 0.37 setelah dilakukan perbaikan nilai bobot dengan menaikkan nilai bobot gejala tanaman layu sebesar 0.2 yaitu dengan awal nilai bobot 0.1 menjadi 0.3 dan menaikkan nilai bobot gejala keping biji gugur sebesar 0.3 dengan awal nilai bobot 0.3 menjadi 0.6 menghasilkan nilai CF akhir sebesar 0.72. Sehingga dengan nilai CF akhir 0.72 hasil identifikasi sudah optimal.

Pada data uji 32 dan data uji 45 dengan nilai CF akhir yang awalnya sebesar 0.55 setelah dilakukan perbaikan nilai bobot dengan menaikkan nilai bobot gejala ada daun yang kaku sebesar 0.2 yaitu dengan awal nilai bobot 0.5 menjadi 0.7 menghasilkan nilai CF akhir sebesar 0.73. Sehingga dengan nilai CF akhir 0.72 hasil identifikasi sudah optimal.

Pengujian ke 5 data uji dengan melakukan perubahan untuk mendapatkan nilai bobot terbaik juga dilakukan terhadap 45 data uji lainnya. Hasil yang didapatkan yaitu perubahan nilai bobot tidak mempengaruhi hasil sistem terhadap 45 data uji yang lainnya.

BAB 7 PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari perancangan serta pengujian yang telah dilakukan oleh sistem pakar dalam mendiagnosa penyakit serta hama menggunakan metode *certainty factor*, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses dalam mendiagnosa penyakit serta hama pada tanaman kedelai dengan pemograman berbasis web dilakukan dengan memasukkan fakta dari gejala-gejala yang muncul pada tanaman. Setiap gejala yang telah dipilih memiliki nilai bobot yang digunakan dalam perhitungan metode *Certainty Factor*. Hasil diagnosa diambil dari nilai bobot yang tertinggi yang telah dihitung menggunakan metode *certainty factor* dengan menghitung nilai bobot akhir setiap alternatif penyakit.
2. Sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman kedelai dengan menggunakan metode *certainty factor* telah mampu memenuhi keseluruhan dari kebutuhan fungsionalnya. Hal tersebut didasari dari hasil pengujian *blackbox* dengan hasil akurasi 100% sehingga fungsi dari sistem telah berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.
3. Berdasarkan hasil pengujian akurasi, pengujian perubahan nilai bobot, serta pengujian nilai bobot terbaik yang dilakukan pada 50 data uji, hasil akurasi terbaik yang didapatkan adalah sebesar 90%. Dapat dikatakan bahwa metode *certainty factor* cukup baik untuk diterapkan dalam sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman kedelai. Dalam pengujian pencarian nilai bobot terbaik pada 5 data khusus juga tidak mempengaruhi hasil sistem terhadap 45 data lainnya.

7.2 Saran

Sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman kedelai yang dibangun ini, dengan keterbatasan yang dialami penulis, masih memiliki beberapa kekurangan yang dapat dilengkapi sehingga sistem yang akan dihasilkan menjadi lebih baik lagi. Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan sistem, yakni:

1. Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengkombinasikan metode *certainty factor* dengan metode yang lain.
2. Kriteria gejala yang digunakan untuk pengembangan selanjutnya dapat ditambahkan dengan lebih sangat spesifik. Sehingga hasil diagnosa yang dihasilkan akan menjadi lebih tepat dan akurat.
3. Diperlukannya analisis bobot gejala dengan pakar yang berbeda. Karena bobot yang diberikan antara pakar satu dengan pakar yang lain dapat menghasilkan nilai bobot yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjas, Sari Nur. 2013. *Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Demam Berdarah Menggunakan Metode Certainty Factor*. Medan: Program Studi Teknik Informatika, STMIK Budidarma.
- Arhami, Muhammad. 2004. *Konsep Dasar Sistem Pakar*. Andi. Yogyakarta.
- Farisi, Mizan Armanto, dkk. 2014. *Pengembangan Sistem Diagnosis Penyakit Kedelai Menggunakan Metode Certainty Factor*. Universitas Negri Semarang, Semarang.
- Haekal, Muhammad. 2016. *Sistem Diagnosis Penyakit Tanaman Kedelai Menggunakan Metode Fuzzy-Ahp*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Hidayati, Nur. 2012. *Sistem Pakar Berbasis Web Untuk Identifikasi Jenis Hama dan Penyakit pada Budidaya Tanaman Jamur Menggunakan Metode Certainty Factor*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Kusuma, Dewi. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasi)*. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Majid, Razaq Aulia. 2015. *Implementasi Metode Certainty Factor Pada Diagnosis Penyakit Tanaman Jantung*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Marpaung, Berry Pomber. 2015. *Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Atherosklerosis Menggunakan Metode Certainty Factor (CF)*. STMIK Budidarma Medan, Medan.
- Marwoto, dkk. 2011. *Hama, Penyakit, dan Masalah Hara Pada Tanaman Kedelai (Identifikasi dan Pengendaliannya)*. Kementrian Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Prabowo, Wahyu, dkk. 2008. *Sistem Pakar Berbasis Web Untuk Diagnosa Awal Penyakit THT*. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, Yogyakarta.
- Puspitasari, Denok. 2011. *Sistem Pakar Diagnosa Diabetes Nefropathy Dengan Metode Certainty Factor Berbasis Web dan Mobile*. Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya ITS.
- Silalahi, Novia F. A. 2015. *Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Jantung Menggunakan Metode Certainty Factor*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Sutojo, T, dkk. 2010. *Kecerdasan Buatan*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Ulya, Dzurratul. 2014. *Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit Pada Anak Menggunakan Metode Certainty Factor*. Malang: Universitas Brawijaya.