

SISTEM DIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN KEDELAI MENGUNAKAN METODE FUZZY-AHP

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Muhammad Haekal
NIM: 115060800111069



PROGRAM STUDI INFORMATIKA/ILMU KOMPUTER
PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016

PENGESAHAN

SISTEM DIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN KEDELAI MENGGUNAKAN METODE
FUZZY-AHP

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :
Muhammad Haekal
NIM: 115060800111069

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
21 Januari 2016

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Nurul Hidayat, S.Pd., M.Sc
NIP: 19680430 200212 1 001

Ir. Sutrisno, M.T.
NIP: 19570325 198701 1001

Mengetahui
Ketua Program Studi Informatika/Illmu Komputer

Drs. Marji., M.T.
NIP: 19670801 199203 1 003

PERNYATAAN ORISINALITAS

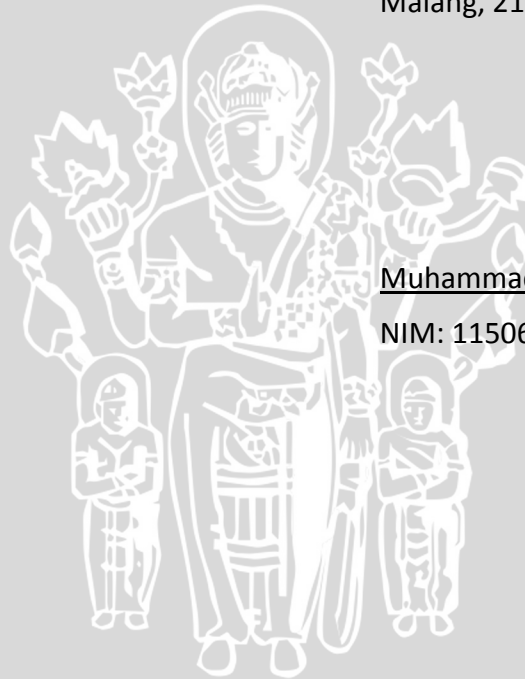
Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan 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, 21 Januari 2016

Muhammad Haekal

NIM: 115060800111069



KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena hanya dengan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul *Pemodelan Sistem Diagnosa Penyakit Tanaman Kedelai Menggunakan Metode Fuzzy-AHP* dengan baik.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak terlibat dengan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Nurul Hidayat, S.Pd., M.Sc. Selaku dosen pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu untuk membantu dan membimbing penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini.
2. Ir. Sutrisno, M.T. Selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu untuk membantu dan membimbing penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen Informatika/Illmu Komputer Universitas Brawijaya atas kesediaan membagi ilmu kepada penulis.
4. Seluruh civitas akademika informatika/ilmu komputer Universitas Brawijaya terutama yang telah banyak membantu dan memberi dukungan selama penulisan skripsi ini.
5. Kedua Orang Tua penulis, Syafrands Azwar dan Iis Nurhayati, yang telah memberikan dukungan secara motivasi dan material, dan semua doa dan kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis.
6. Kepada kakak dan adik penulis, Muhammad Ziauddin dan Muhammad Luthfi Hawari yang telah memberikan dukungan secara motivasi dan doa.
7. Keluarga Besar Mahasiswa Informatika/Illmu Komputer khususnya angkatan 2011 dan seluruh teman-teman anggota Scanf.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam pengerjaan skripsi yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Dengan segala kerendahan hati, dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua, terima kasih.

Malang, 5 Juni 2014

Penulis

ABSTRAK

Tanaman kedelai merupakan salah satu tanaman jenis polong-polongan yang sangat populer karena menjadi tanaman penghasil komoditas primer yaitu kacang kedelai. Karena merupakan komoditas primer, tingkat konsumsi kacang kedelai di Indonesia menjadi sangat tinggi. Untuk memenuhi tingkat konsumsi yang tinggi pemerintah Indonesia melakukan impor kacang kedelai. Namun, impor kacang kedelai dianggap sebagai pemborosan devisa negara karena seharusnya devisa dapat digunakan untuk tujuan yang lebih strategis. Ada beragam penyakit yang berpotensi mengganggu budi daya tanaman kedelai. Gangguan penyakit dapat menurunkan jumlah produksi dan kualitas hasil budi daya. Berdasarkan pentingnya swasembada kacang kedelai dan resiko gangguan penyakit tanaman kedelai, maka para petani kedelai membutuhkan informasi yang cepat dan tepat tentang penyakit yang menyerang tanaman kedelai berdasarkan gejala yang terlihat. Pada penelitian ini, penulis akan mengimplementasikan metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy-AHP) untuk melakukan diagnosa penyakit tanaman kedelai. Fuzzy-AHP merupakan pengembangan dari AHP, salah satu metode yang dapat memberikan solusi permasalahan dengan banyak kriteria sementara logika fuzzy merupakan logika yang memiliki nilai kesamaran diantara dua nilai. Dari hasil pengujian akurasi didapatkan sebesar 90% sehingga dapat dikatakan bahwa sistem dapat bekerja dengan cukup baik.

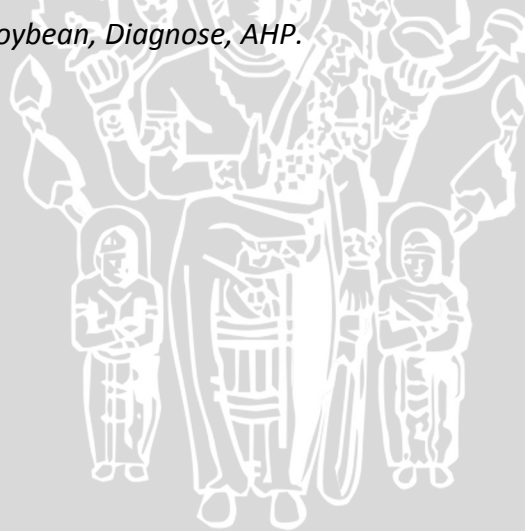
Kata kunci: *Fuzzy-AHP*, Tanaman Kedelai, Diagnosis, AHP.



ABSTRACT

Soybean plants is one kind of leguminous plants that very popular for being a producer of primary commodities. Because it is a primary commodity, the consumption level of soybean in Indonesia is very high. To meet the high consumption levels, Indonesian government become the importer of soybean. However the Import soybeans regarded as a waste of foreign exchange because foreign exchange should be used for more strategic purposes. There are various diseases that could potentially interfere with the cultivation of soybean plants. Diseases can reduce yield and quality of cultivation. Based on the importance of soybeans self-sufficiency and the risk of soybean plant disease, the soybean farmers requiring fast and precise information about the diseases that attack soybean plants by the visible symptoms. In this study, the authors will implement Fuzzy Analytical Hierarchy Process (AHP-Fuzzy) for diagnosing diseases of soybean plants. Fuzzy-AHP is a development of the AHP, one method that can provide solutions to problems with multiple criteria while fuzzy logic is the logic that has a value of ambiguity between the two values. The result of the accuracy testing is 90% so it can be said that the system can work quite well.

Keyword: Fuzzy-AHP, Soybean, Diagnose, AHP.



DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	2
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Batasan masalah	2
1.6 Sistematika pembahasan.....	3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Logika <i>Fuzzy</i>	5
2.2.1 Alasan Penggunaan Logika <i>Fuzzy</i>	5
2.3 AHP (<i>Analithical Hirrearchi Process</i>).....	6
2.3.1 Tahapan AHP.....	6
2.3.2 Kelebihan AHP.....	8
2.3.3 Kelemahan AHP.....	9
2.4 <i>Fuzzy- Analithical Hierrearci Process (Fuzzy-AHP)</i>	10
2.4.1 Derajat Keanggotaan dari skala <i>Fuzzy-AHP</i>	10
2.4.2 Langkah Metode F-AHP.....	10
2.5 Pengujian	12
2.5.1 Pengujian Akurasi.....	12
2.5.2 Pengujian Sistem.....	12
2.6 Tanaman Kedelai.....	12

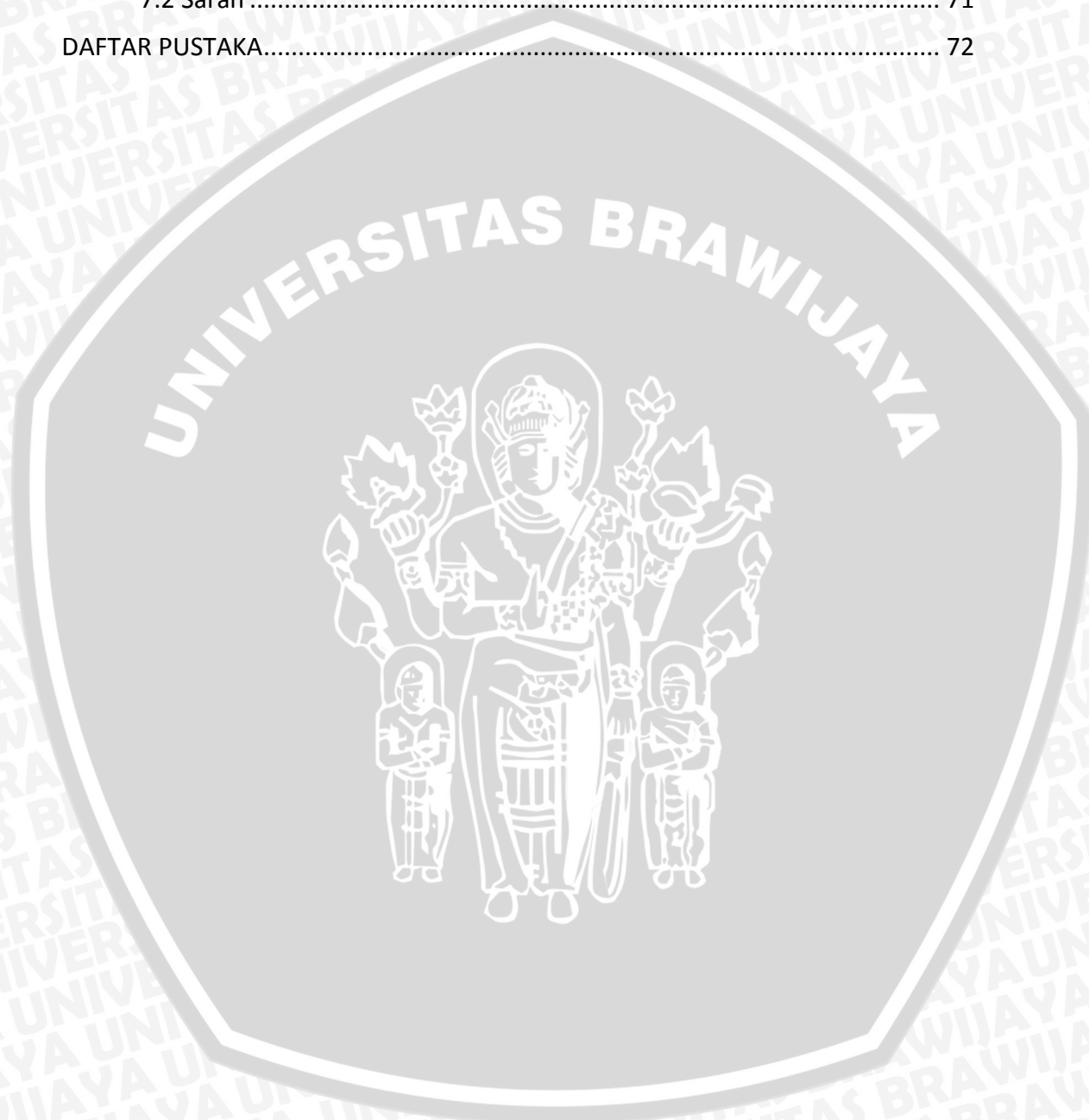
2.6.1 Klasifikasi Tanaman Kedelai	12
2.6.2 Morfologi Tanaman Kedelai	12
2.6.3 Penyakit Utama Tanaman Kedelai	13
BAB 3 METODOLOGI	19
3.1 Studi Literatur	19
3.2 Pengumpulan Data	20
3.3 Analisa Kebutuhan	20
3.4 Perancangan Sistem.....	20
3.4.1 Model Perancangan Sistem	21
3.5 Implementasi	21
3.6 Pengujian dan Analisa	22
3.7 Pengambilan Kesimpulan.....	22
BAB 4 PERANCANGAN.....	23
4.1 Deskripsi Sistem	23
4.2 <i>Preprocessing</i> Data	24
4.3 Perancangan Proses.....	26
4.3.1 Proses Diagnosa	26
4.3.2 Proses Algoritma <i>Fuzzy-AHP</i>	27
4.4 Perhitungan Manual	36
4.4.1 Menentukan Matriks Perbandingan Kriteria	36
4.4.2 Melakukan Pengecekan Nilai Konsistensi dengan Perhitungan AHP Konvensional	37
4.4.3 Mencari Nilai Matriks Perbandingan Kriteria dengan Skala <i>Fuzzy</i> Tringular <i>Fuzzy Number</i> (TFN)	39
4.4.4 Menghitung Matriks Sintesis <i>Fuzzy</i>	39
4.4.5 Menghitung Nilai Vektor dan Ordinat Defuzzifikasi	41
4.4.6 Normalisasi Bobot Vektor	42
4.4.7 Menentukan Matriks Perbandingan Alternatif Kriteria Daun	43
4.4.8 Melakukan Pengecekan Konsistensi	44
4.4.9 Mencari Nilai Matriks Perbandingan Alternatif Menggunakan Skala TFN	45
4.4.10 Menghitung Nilai Sintesis Fuzzy.....	45
4.4.11 Menghitung Nilai Vektor dan Ordinat Defuzzifikasi	46



4.4.12 Melakukan Normalisasi Bobot Vektor	46
4.5 Antarmuka	47
4.5.1 Desain Antarmuka Halaman Utama.....	48
4.5.2 Desain Antarmuka Halaman Informasi Penyakit	48
4.5.3 Desain Antarmuka Halaman Diagnosa.....	49
4.5.4 Desain Antarmuka Halaman Hasil Diagnosa	49
4.5.5 Desain Pengujian	50
BAB 5 implementasi	52
5.1 Implementasi Sistem	53
5.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras	53
5.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak	53
5.2 Batasan Implementasi	53
5.3 Implementasi Algoritma	54
5.3.1 Implementasi Algoritma Proses Perhitungan Cek Konsistensi Perbandingan Kriteria	54
5.3.2 Implementasi Algoritma Perhitungan Nilai Matriks Perbandingan Kriteria Menggunakan Skala Triangular Fuzzy Number (TFN)	56
5.3.3 Implementasi Algoritma Implementasi Algoritma Perhitungan Matriks Sintesis Fuzzy	56
5.3.4 Implementasi Algoritma Perhitungan Nilai Vektor dan Nilai Ordinat Defuzzifikasi	57
5.3.5 Implementasi Algoritma Perhitungan Normalisasi Bobot Vektor dan Hasil Akhir	59
5.4 Implementasi Antarmuka	60
5.4.1 Implementasi Antarmuka Halaman Utama	60
5.5 Implementasi Antarmuka Halaman Penyakit	61
5.6 Implementasi Antarmuka Halaman Diagnosa	61
5.7 Implementasi Antarmuka Halaman Hasil Diagnosa	62
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISA	63
6.1 Pengujian Fungsionalitas	63
6.1.1 Skenario Pengujian Fungsionalitas.....	64
6.1.2 Analisis Hasil Skenario Pengujian Fungsionalitas	67
6.2 Pengujian Tingkat Akurasi.....	68
6.2.1 Skenario Pengujian Akurasi.....	68



6.2.1.2	Prosedur Pengujian Akurasi	68
6.2.1.3	Hasil Pengujian Akurasi	70
BAB 7 PENUTUP		71
7.1	Kesimpulan.....	71
7.2	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA.....		72



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Pustaka	4
Tabel 2.2 Skala Perbandingan Metode AHP	7
Tabel 2.3 Contoh tabel Matriks Perbandingan	7
Tabel 2.4 <i>Tabel Nilai Random Index</i>	8
Tabel 2.5 Tabel Skala <i>Tringular Fuzzy Number</i>	10
Tabel 4.1 Data Aturan Gejala Penyakit Tanaman Kedelai	24
Tabel 4.2 Data Bobot Gejala Tanaman Kedelai.....	25
Tabel 4.3 Keterangan Penilaian pada Gejala Penyakit Tanaman Kedelai.....	25
Tabel 4.4 Matriks Perbandingan Kriteria Alternatif.....	37
Tabel 4.5 Normalisasi Matriks Perbandingan Kriteria	37
Tabel 4.6 Nilai Bobot Kriteria	38
Tabel 4.7 Matriks perbandingan Fuzzyfikasi Kriteria	39
Tabel 4.8 Matriks Perhitungan Sintesis Fuzzy	40
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Sintesis Fuzzy	41
Tabel 4.10 Hasil Nilai Vektor dan Ordinat Defuzzifikasi.....	42
Tabel 4.11 Matriks Bobot Gejala.....	43
Tabel 4.12 Matriks Perbandingan Kriteria Daun untuk setiap Alternatif	43
Tabel 4.13 Normalisasi Matriks Perbandingan Alternatif.....	44
Tabel 4.14 Nilai Bobot Alternatif Non-Fuzzy Kriteria Daun	44
Tabel 4.15 Nilai Matriks Perbandingan Alternatif Menggunakan Skala TFN.....	45
Tabel 4.16 Nilai Akhir Sintesis Fuzzy Daun.....	45
Tabel 4.17 Nilai Bobot Alternatif Akhir Semua Kriteria	46
Tabel 4.18 Nilai bobot Kriteria	47
Tabel 4.19 Skenario Pengujian Fungsionalitas.....	50
Tabel 4.20 Contoh Pengujian Akurasi	51
Tabel 5.1 Spesifikasi Perangkat Keras	53
Tabel 5.2 Spesifikasi Perangkat Lunak	53
Tabel 6.1 Kasus Uji Informasi Penyakit	64
Tabel 6.2 Skenario Pengujian Fungsionalitas Informasi Penyakit Tanaman Kedelai	65
Tabel 6.3 Kasus Uji Hasil Halaman Diagnosa Penyakit.....	65

Tabel 6.4 Skenario Pengujian Fungsionalitas Halaman Diagnosa Penyakit..... 65

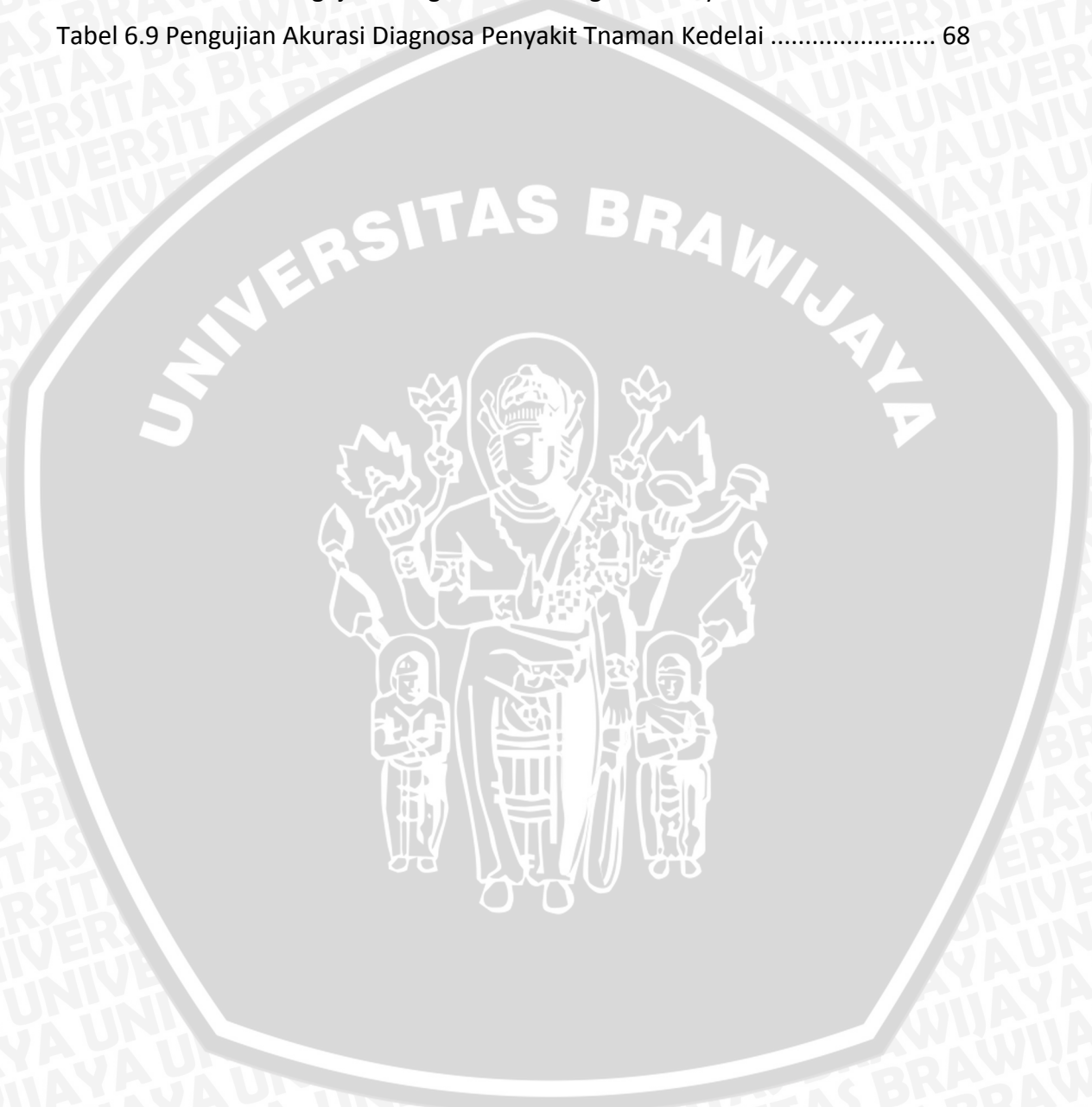
Tabel 6.5 Kasus Uji Hasil Diagnosa Penyakit Tanpa Gejala 66

Tabel 6.6 Skenario Pengujian Fungsionalitas Diagnosa Penyakit 66

Tabel 6.7 Kasus Uji Halaman Utama 67

Tabel 6.8 Skenario Pengujian Fungsionalitas Diagnosa Penyakit 67

Tabel 6.9 Pengujian Akurasi Diagnosa Penyakit Tnaman Kedelai 68



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penyakit karat.....	14
Gambar 2.2 Penyakit Pustul Bakteri	15
Gambar 2.3 Penyakit Target Spot	15
Gambar 2.4 Penyakit Virus Mozaik.....	16
Gambar 2.5 Penyakit Hawar Batang	17
Gambar 3.1 Diagram Blok Metodologi Penelitian	19
Gambar 3.2 Sistem Diagnosa Penyakit Tanaman Kedelai	21
Gambar 4.1 Diagram Alir Tahap Perancangan Sistem	23
Gambar 4.2 Diagram alir proses diagnosis	26
Gambar 4.3 Diagram Alir Proses Algoritma <i>Fuzzy-AHP</i>	27
Gambar 4.4 Proses mencari nilai Consistency Ratio (CR)	28
Gambar 4.5 Proses Normalisasi Matriks Perbandingan Kriteria.....	29
Gambar 4.6 Proses Menghitung Nilai Bobot Kriteria.....	30
Gambar 4.7 Diagram Alir Proses Menghitung Nilai λ Maksimum	31
Gambar 4.8 Proses Mencari Nilai Consistency Ratio	32
Gambar 4.9 Diagram Alir Proses Mencari Nilai Matriks Perbandingan Kriteria Menggunakan Skala TFN	33
Gambar 4.10 Diagram Alir Mencari Nilai Matriks Sintesis <i>Fuzzy</i>	34
Gambar 4.11 Proses Menghitung Nilai Vektor dan Nilai Ordinat Defuzzifikasi....	35
Gambar 4.12 Diagram Alir Proses Normalisasi Bobot Vektor.....	36
Gambar 4.13 <i>Sitemap</i> Antarmuka Sistem.....	48
Gambar 4.14 Desain Antarmuka Halaman Utama.....	48
Gambar 4.15 Desain Antarmuka Halaman Informasi Penyakit	49
Gambar 4.16 Perancangan Antarmuka Halaman Diagnosa.....	49
Gambar 4.17 Desain Antarmuka Halaman Hasil Diagnosa	50
Gambar 5.1 Diagram Pohon Implementasi.....	52
Gambar 5.2 Implementasi Perhitungan Normalisasi Perbandingan Kriteria	54
Gambar 5.3 Implementasi Algoritma Perhitungan Bobot Kriteria	55
Gambar 5.4 Implementasi Algoritma Perhitungan Nilai λ Maksimum	55
Gambar 5.5 Implementasi Algoritma Perhitungan Nilai Consistency Ratio (CR) .	56

Gambar 5.6 Implementasi Algoritma Perhitungan Nilai Matriks Perbandingan Kriteria Menggunakan Skala Triangular Fuzzy Number (TFN) 56

Gambar 5.7 Implementasi Algoritma Nilai Konsisten Menggunakan Perhitungan AHP..... 57

Gambar 5.8 Implementasi Algoritma Perhitungan Nilai Vektor dan Nilai Ordinat Defuzzifikasi..... 58

Gambar 5.9 Implementasi Algoritma Perhitungan Normalisasi Bobot Vektor 60

Gambar 5.10 Implementasi Antarmuka Halaman Utama 61

Gambar 5.11 Implementasi Antarmuka Halaman Informasi..... 61

Gambar 5.12 Implementasi Antarmuka Halaman Diagnosa 62

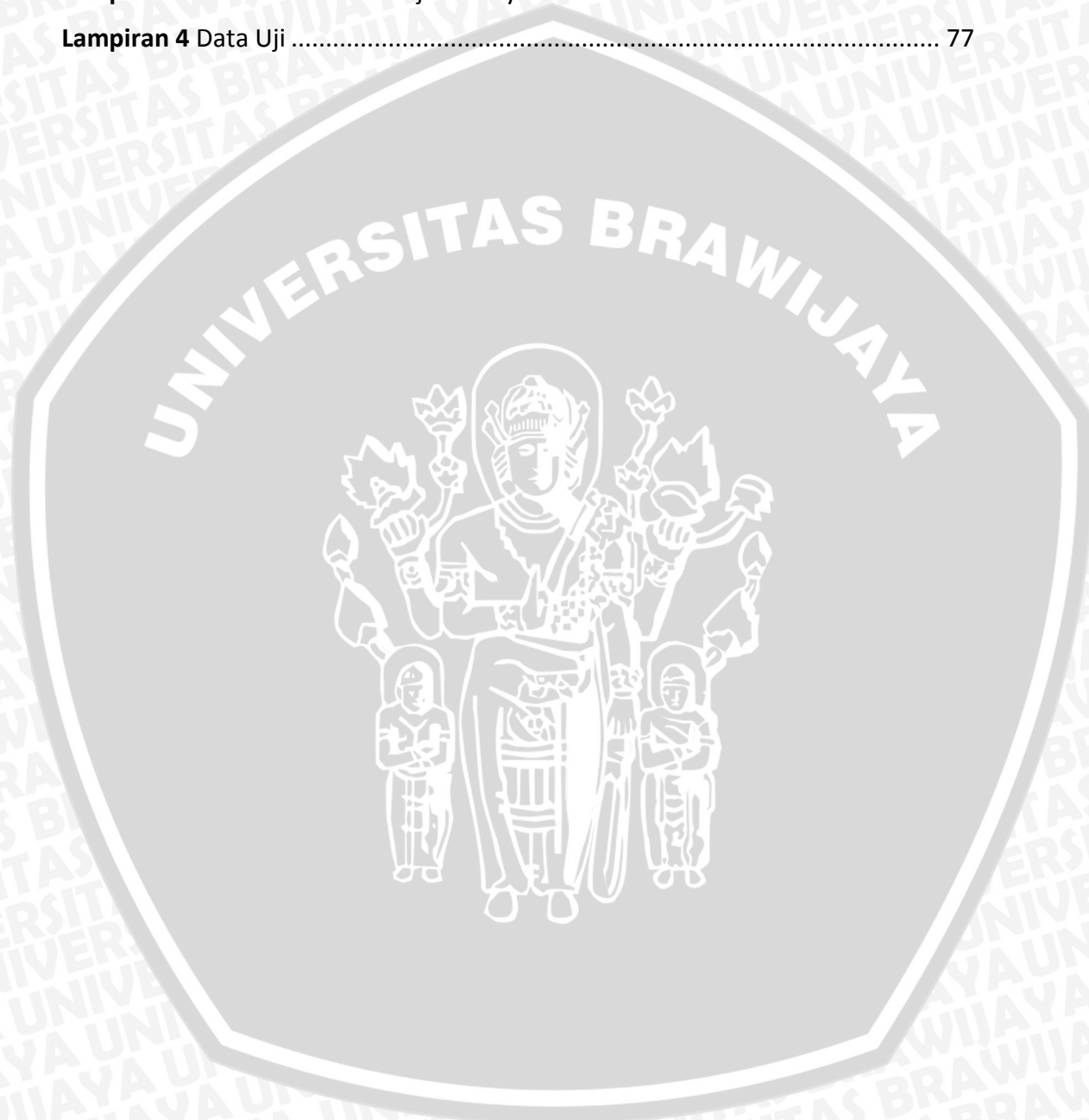
Gambar 5.13 Implementasi Antarmuka Halaman Hasil Diagnosa..... 62

Gambar 6.1 Diagram Pohon Pengujian dan Analisa 63



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Wawancara	73
Lampiran 2 Data Aturan Penyakit Tanaman Kedelai	74
Lampiran 3 Data Nilai Bobot Gejala Penyakit Tanaman Kedelai	76
Lampiran 4 Data Uji	77





BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Tanaman kedelai merupakan salah satu tanaman jenis polong-polongan yang sangat populer karena menjadi tanaman penghasil komoditas primerg yaitu kacang kedelai. Kacang kedelai menjadi komoditas primer karena dibutuhkan sebagai sumber bahan baku untuk membuat berbagai macam komoditas sekunder seperti susu kedelai, tahu, tempe, kecap, tepung kedelai, dan lain-lain. Kacang kedelai sangat penting bagi masyarakat Indonesia karena memiliki peran sebagai sumber protein yang murah (Aimon, 2014).

Karena merupakan komoditas primer, tingkat konsumsi kacang kedelai di Indonesia menjadi sangat tinggi. Untuk memenuhi tingkat konsumsi yang tinggi pemerintah Indonesia melakukan impor kacang kedelai. Tingginya impor kacang kedelai dapat dilihat dari data ekspor impor komoditas pertanian yang dipublikasikan oleh Kementrian Pertanian Republik Indonesia (RI, 2014). Berdasarkan data tersebut, jumlah impor kacang kedelai pada periode tahun 2010 sampai 2013 mencapai 7,8 juta ton (RI, 2014). Jumlah impor tersebut menjadi jumlah impor komoditas pertanian tertinggi kedua setelah jagung yang jumlahnya mencapai 10,2 juta ton (RI, 2014)

Disisi lain, saat ini pemerintah sedang mempersiapkan swasembada kacang kedelai yang ditargetkan akan tercapai pada tahun 2017 (Alvin, 2014). Swasembada kacang kedelai sangat penting untuk mencegah terjadinya pemborosan devisa (Aimon, 2014). Impor kacang kedelai dianggap sebagai pemborosan devisa negara karena seharusnya devisa dapat digunakan untuk tujuan yang lebih strategis, misalnya pengembangan manufaktur yang dapat menyerap tenaga kerja (Aimon, 2014).

Namun, ada beragam penyakit yang berpotensi mengganggu budi daya tanaman kedelai. Gangguan penyakit dapat menurunkan jumlah produksi dan kualitas hasil budi daya. Bahkan, beberapa penyakit dapat membuat tanaman kedelai membusuk atau mati sehingga menyebabkan gagal panen. Sementara itu, para petani harus menunggu pakar untuk dapat melakukan diagnosis dan memberikan rekomendasi penanganan penyakit tanaman kedelai. Sehingga, penanganan tidak dapat langsung dilakukan dengan cepat.

Berdasarkan pentingnya swasembada kacang kedelai dan resiko gangguan penyakit tanaman kedelai, maka para petani kedelai membutuhkan informasi yang cepat dan tepat tentang penyakit yang menyerang tanaman kedelai berdasarkan gejala yang terlihat. Informasi tersebut dibutuhkan agar tanaman kedelai yang terkena penyakit dapat ditangani dengan cepat agar terbebas dari penyakit.

Sebelumnya, penelitian tentang diagnosa penyakit pada tanaman tebu sudah pernah dilakukan. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Daria Anggraeni dengan judul "Sistem Pakar Untuk Identifikasi Hama dan

Penyakit Tanaman Tebu Dengan Metode *Fuzzy-AHP*". Pada penelitian tersebut didapatkan tingkat akurasi identifikasi penyakit sebesar 78.94% untuk kasus hama dan 100% untuk kasus penyakit tanaman tebu. Berikutnya ada penelitian lain tentang diagnosa penyakit tanaman kedelai yang dilakukan oleh Wisnu Mahendra dengan judul "Penerapan *Teorema Bayes* Untuk Identifikasi Penyakit Pada Tanaman Kedelai". Pada penelitian tersebut didapatkan tingkat akurasi identifikasi penyakit sebesar 90%.

Pada penelitian ini, penulis akan mengimplementasikan metode *Fuzzy-AHP* untuk diagnosa penyakit tanaman kedelai karena metode tersebut memiliki akurasi yang baik. Selain itu metode *Fuzzy-AHP* menutupi kelemahan yang terdapat pada metode *AHP*, yaitu permasalahan terhadap kriteria yang memiliki sifat subjektif lebih banyak. Diharapkan, penelitian ini dapat membantu para petani kedelai dalam mengidentifikasi penyakit-penyakit yang menyerang tanaman kedelai dan memberikan solusi yang harus dilakukan petani terhadap tanaman kedelai yang terkena penyakit.

1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem diagnosa penyakit tanaman kedelai menggunakan metode *Fuzzy-AHP*.
2. Bagaimana hasil uji sistem diagnosa penyakit tanaman kedelai menggunakan metode *Fuzzy-AHP*.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang sistem diagnosa penyakit tanaman kedelai menggunakan metode *Fuzzy-AHP*.
2. Menguji sistem diagnosa penyakit tanaman kedelai menggunakan metode *Fuzzy-AHP*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian adalah memberikan rekomendasi solusi dalam melakukan diagnosa penyakit tanaman kedelai.

1.5 Batasan masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur.
2. Jumlah gejala penyakit yang dipertimbangkan dalam penelitian ini sebanyak 16 gejala yang didapat dari hasil wawancara dengan pakar di BPTP Jawa Timur.

3. Jumlah penyakit yang dipertimbangkan pada penelitian ini sebanyak 5 penyakit, yaitu Karat, Pustok Bakteri, Target Spot, Hawar Batang, dan Virus Mozaik. Keempat penyakit tersebut merupakan penyakit utama tanaman kedelai yang didapat dari hasil wawancara dengan pakar di PBTP Jawa Timur.
4. Tahap pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian fungsionalitas dan pengujian akurasi.

1.6 Sistematika pembahasan

Sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri dari tujuh bab. Berikut sistematika penulisan yang diterapkan:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan dari penelitian.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori dan penelitian-penelitian yang mendukung dalam penelitian tentang diagnosa penyakit tanaman kedelai menggunakan metode *Fuzzy-AHP*.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang metodologi yang digunakan untuk diagnosa penyakit tanaman kedelai menggunakan metode *Fuzzy-AHP*.

BAB IV : ANALISIS DAN PERANCANGAN

Bab ini membahas tentang proses analisis dan perancangan diagnosa penyakit tanaman kedelai menggunakan metode *Fuzzy-AHP*.

BAB V : IMPLEMENTASI

Pada bab ini dijelaskan tentang proses-proses implementasi dari metode *Fuzzy-AHP* untuk melakukan diagnosa penyakit tanaman kedelai.

BAB VI : PENGUJIAN

Pada bab ini dilakukan pengujian pada metode yang digunakan dengan membandingkan hasil sistem dengan hasil yang didapat dari pakar dan juga pengujian fungsionalitas dari sistem yang telah dibangun.

BAB VII : PENUTUP

Pad bab ini diuraikan kesimpulan akhir penelitian dan juga terdapat saran-saran untuk pengembangan penelitian.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab ini membahas tentang tinjauan pustaka yang meliputi kajian pustaka dan dasar teori. Kajian pustaka membahas penelitian – penelitian sebelumnya yang mendukung penelitian ini. Dasar teori membahas teori yang diperlukan untuk menyusun penelitian yang diusulkan.

2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka akan membahas tentang penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian yang pertama merupakan penelitian dengan objek yang sama namun memiliki metode yang berbeda dengan penelitian yang akan dilakukan. Sedangkan dalam penelitian yang kedua akan dibahas penelitian dengan objek yang berbeda namun memiliki metode yang sama dengan penelitian yang akan dilakukan.

Penelitian pertama yang akan dibahas adalah penelitian yang berjudul “Penerapan Algoritma Modified K-Nearest Neighbor (MK-NN) pada Pengklasifikasian Penyakit Tanaman Kedelai” oleh Sofa Zainuddin (Zainuddin, 2014). Pada penelitian ini digunakan dua parameter yaitu nilai k dan bentuk data uji (Zainuddin, 2014). Dari pengujian hasil implementasi metode MKNN, didapatkan nilai akurasi rata-rata maksimum terbaik sebesar 92.74%. Nilai akurasi rata-rata tertinggi tersebut didapat dari nilai k dengan 3 nilai berbeda, yaitu 95,59%, 87,90%, dan 94,7% (Zainuddin, 2014).

Penelitian yang akan dibahas selanjutnya adalah penelitian yang berjudul “Sistem Pakar Untuk Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Tebu dengan Metode Fuzzy-AHP” oleh Daria Anggraeni (Anggraeni, 2015). Metode Fuzzy-Analytic Hierarchy Process(AHP) merupakan metode yang dikembangkan dari metode AHP dengan perhitungan bobot yang menggunakan konsep Fuzzy. Pada penelitian tersebut, didapatkan akurasi sebesar 100% (Anggraeni, 2015).

Berdasarkan akurasi yang tinggi dari penggunaan metode Fuzzy-AHP maka penulis akan menggunakan metode Fuzzy-AHP untuk diagnosis penyakit tanaman kedelai. Metode Fuzzy-AHP memiliki keunggulan dalam perhitungan bobot tiap gejala. Aspek yang menjadi dasar identifikasi penyakit diperoleh dari gejala-gejala yang ditentukan oleh pakar. Analisa mengenai perbandingan kajian pustaka dan penelitian yang diusulkan ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Judul	Objek	Metode	Hasil
1.	Penerapan Algoritma Modified K-Nearest Neighbor (MK-NN) pada Pengklasifikasian Penyakit Tanaman Kedelai	Tanaman Kedelai	MK-NN	Nilai akurasi rata – rata maksimum terbaik sebesar 92,74%. Nilai akurasi rata rata tertinggi 92.74% didapat dari

				3 nilai K, yaitu : 95,59%, 87,90%, dan 94,7%.
2.	Sistem Pakar Untuk Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Tebu dengan Metode <i>Fuzzy-AHP</i> .	Tanaman Cabai merah	<i>Fuzzy-AHP</i>	Tingkat akurasi implementasi metode mencapai angka 100%.
3	Diagnosa Penyakit Tanaman Kedelai Menggunakan Metode <i>Fuzzy-AHP</i>	Tanaman Kedelai	<i>Fuzzy-AHP</i>	Jenis penyakit yang teridentifikasi dari hasil perhitungan <i>Fuzzy-AHP</i> .

2.2 Logika Fuzzy

Fuzzy secara bahasa artinya kabur atau samar samar. Suatu nilai bisa memiliki nilai benar maupun salah secara bersamaan. Pada fuzzy dikenal derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1(satu). Logika Fuzzy merupakan sesuatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (fuzzyness) antara benar atau salah. Dalam teori logika fuzzy suatu nilai bisa bernilai benar atau salah secara bersama (Nasution, 2012).

Seorang professor bernama Lothfi Zadeh mengenalkan Logika Fuzzy. Logika fuzzy digunakan untuk menyatakan hukum operasional dari suatu sistem dengan ungkapan bahasa, bukan dengan persamaan matematis. Dalam kasus seperti itu, ungkapan bahasa yang digunakan dalam logika fuzzy dapat membantu mendefinisikan karakteristik operasional sistem dengan lebih baik. Sistem ini diciptakan karena logika boolean tidak mempunyai ketelitian yang tinggi, hanya mempunyai logika 0 dan 1 (Rahman, 2009).

2.2.1 Alasan Penggunaan Logika Fuzzy

Ada beberapa alasan penggunaan logika *fuzzy*, antara lain (Minartiningyas, 2013):

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Logika *fuzzy* menggunakan dasar teori himpunan, maka konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* tersebut cukup mudah dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.

5. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami.

2.3 AHP (*Analithical Hirrearchi Process*)

Metode AHP merupakan salah satu metode pembantu dalam proses pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Metode ini akan mengurai sebuah permasalahan menjadi suatu hirarki berdasarkan beberapa faktor atau beberapa kriteria yang kompleks. Menurut Saaty, hirarki tersebut disusun menjadi struktur yang terdiri dari beberapa level. Urutan level dari struktur tersebut adalah tujuan, faktor, sub kriteria, dan seterusnya hingga level alternatif. Dengan menggunakan hirarki, sebuah permasalahan yang rumit bisa dijabarkan kedalam beberapa kelompok yang kemudian diatur menjadi sebuah bentuk hirarki sehingga permasalahan yang kompleks bisa diuraikan menjadi lebih terstruktur dan sistematis (Syaifullah, 2008).

2.3.1 Tahapan AHP

Ada 8 tahapan dalam metode AHP. Berikut penjabaran 8 tahapan dalam metode AHP (Syaifullah, 2008):

1. Mendefinisikan permasalahan dan solusi yang diinginkan dari penggunaan metode.

Pada tahap ini akan didefinisikan permasalahan dengan jelas, rinci, dan mudah dipahami. Dari permasalahan yang telah didefinisikan selanjutnya ditentukan solusi yang akan didapatkan dari penggunaan metode tersebut.

2. Membuat struktur hierarki yang diawali dengan tujuan utama.

Pada tahap ini disusun sebuah hirarki dari permasalahan yang sudah dijabarkan. Hirarki disusun menjadi kriteria-kriteria yang akan menjadi pertimbangan dalam menentukan solusi atau alternatif penyelesaian masalah dari penggunaan metode.

3. Menentukan matrik perbandingan berpasangan yang menjabarkan pengaruh setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya.

Dasar perbandingan dibuat berdasarkan penilaian dari pengambil keputusan memberikan nilai setiap tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya. Dalam memulai proses perbandingan berpasangan dipilih sebuah kriteria dari level paling atas hirarki dan kemudian dari level di bawahnya diambil elemen yang akan dibandingkan.

4. Melakukan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh jumlah penilaian seluruhnya sebanyak $n \times [(n-1)/2]$ buah, dengan n adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.

Hasil perbandingan dari masing-masing elemen akan berupa angka dari 1 sampai 9 yang menunjukkan perbandingan tingkat kepentingan suatu elemen. Apabila suatu elemen dalam matriks dibandingkan dengan dirinya sendiri

maka hasil perbandingan diberi nilai 1. Hasil perbandingan tersebut diisikan pada kolom yang bersesuaian dengan elemen yang dibandingkan. Skala perbandingan dan penjelasannya terdapat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Skala Perbandingan Metode AHP

Skala	Pasangan	Definisi
1	1	Sama pentingnya
3	1/3	Agak lebih penting yang satu atas yang lain
5	1/5	Cukup penting
7	1/7	Sangat penting
9	1/9	Mutlak lebih penting
2, 4, 6, 8	1/2, 1/4, 1/6, 1/8	Nilai tengah

5. Menghitung nilai eigen dan menguji konsistensinya.

Langkah pertama yaitu menghitung *Principle Eigen Value* (λ_{max}) dengan menjumlahkan hasil perkalian antara sel pada baris jumlah dan sel pada kolom *Priority Vector*. *Priority Vector* merupakan hasil penjumlahan dari semua sel pada kolom sebelumnya (pada baris yang sama) setelah terlebih dahulu dibagi dengan sel jumlah yang ada di bawahnya, kemudian dibagi dengan banyaknya elemen yang dibandingkan. Nilai *Priority Vector* didapat berdasarkan tabel matriks perbandingan yang ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Contoh tabel Matriks Perbandingan

Kriteria	Hasil Testing	Disiplin	Lama Bekerja	Loyalitas
Hasil Testing	1	½	1/2	1/3
Disiplin	2	1	1	1/2
Lama Bekerja	2	1	1	1/2
Loyalitas	3	2	2	1

Perbandingan pada tabel 2.3 dilakukan dengan membandingkan kriteria satu dengan yang lain. Sebagai contoh pada nilai perbandingan disiplin dengan hasil testing memiliki nilai 2 karena lebih penting disiplin 2 daripada hasil testing begitu juga dengan kebalikannya maka memiliki nilai ½. Dari tabel 2.2 dapat dicari nilai PV (*Priority Vector*) dengan menggunakan Persamaan 2.1.

$$PV_i = \frac{1}{n} \times \left(\sum_{i,j=0}^n \frac{IK_{ij}}{Jumlah_j} \right) \tag{2.1}$$

Persamaan 2.2 Perasamaan *Priority Vector*

Keterangan :

PV : *Priority Vector*[intesitas kepentingan]



- IK_{ij} : Nilai kriteria pada Tabel 2.3
- $Jumlah_j$: Jumlah pertambahan kriteria Tabel 2.3
- n : Banyaknya kriteria

Setelah didapatkan nilai PV pada setiap kriteria langkah berikutnya adalah mencari nilai Principle Eigen Value (λ_{max}) dengan rumus pada Persamaan 2.2.

$$\lambda_{max} = \sum_{i=0}^n (PV_i \times jumlah_i) \tag{2.2}$$

Keterangan :
 (λ_{max}) : Principle Eigen Value[nilai eigen]

Setelah didapatkan λ_{max} maka dihitung Consistency Index(CI) dan Consistency Ratio (CR). Rumus mencari CI dapat dilihat pada Persamaan 2.3 sedangkan rumus CR pada Persamaan 2.4.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \tag{2.3}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \times 100 \% \tag{2.4}$$

Keterangan :
 CI : Consistency Index
 CR : Consistency Ratio
 RI : Random Index

Sedangkan nilai Nilai RI telah ditetapkan oleh Saaty dan bergantung pada banyaknya kriteria yang dibandingkan seperti pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Tabel Nilai Random Index

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Jika $CR > 10\%$ maka eigen tidak konsisten dan pengambilan data diulangi.

6. Mengulangi langkah 3,4, dan 5 untuk seluruh tingkat hirarki.
7. Menghitung vektor eigen dari setiap matriks perbandingan berpasangan
 Penghitungan dilakukan lewat cara menjumlahkan nilai setiap kolom dari matriks, membagi setiap nilai dari kolom dengan total kolom yang bersangkutan untuk memperoleh normalisasi matriks, dan menjumlahkan nilai-nilai dari setiap baris dan membaginya dengan jumlah elemen untuk mendapatkan rata-rata.
8. Memeriksa konsistensi hirarki.
 Walaupun sulit untuk mencapai yang sempurna, rasio konsistensi diharapkan kurang dari atau sama dengan 0,1.

2.3.2 Kelebihan AHP

Metode AHP memiliki beberapa kelebihan yaitu (Endah Kusriani, 2009):

1. Kesatuan (*Unity*)
 Dengan menggunakan metode AHP, permasalahan yang luas dan tidak terstruktur menjadi lebih terstruktur dan mudah dipahami.



2. Kompleksitas (*Complexity*)
Penggunaan metode AHP dapat menyelesaikan masalah yang rumit dengan menggunakan pendekatan sistematis dan integrasi secara deduktif.
3. Saling Ketergantungan (*Inter Dependence*)
Penggunaan metode AHP dapat dilakukan pada elemen-elemen sistem yang tidak linier dan saling bebas.
4. Struktur Hirarki (*Hierarchy Structuring*)
Metode AHP cenderung mengelompokkan kriteria yang berpengaruh terhadap proses pemecahan masalah kedalam sebuah hirarki yang mudah dipahami.
5. Pengukuran (*Measurement*)
Untuk membentuk sebuah prioritas metode AHP menyediakan skala pengukuran.
6. Konsistensi (*Consistency*)
Metode AHP memiliki penilaian konsisten yang digunakan untuk menentukan prioritas.
7. Sintesis (*Synthesis*)
Metode AHP mengarah pada perkiraan keseluruhan mengenai seberapa diinginkannya masing-masing alternatif.
8. Trade Off
Metode AHP mempertimbangkan prioritas relatif faktor-faktor pada sistem sehingga orang mampu memilih alternatif terbaik berdasarkan tujuan mereka.
9. Penilaian dan Konsensus (*Judgement dan Consensus*)
Metode AHP tidak mengharuskan adanya konsensus, tapi menggabungkan hasil penelitian yang berbeda.
10. Pengulangan Proses (*Process Peretition*)
Metode AHP mampu membuat orang menyaring definisi dari suatu permasalahan dan mengembangkan penilaian serta pengertian mereka melalui proses pengulangan.

2.3.3 Kelemahan AHP

Selain memiliki banyak kelebihan, metode AHP juga memiliki kelemahan. Beberapa kelemahan metode AHP diantaranya (Endah Kusriani, 2009):

1. Ketergantungan metode AHP terhadap input utama.
Metode AHP memiliki ketergantungan pada input utama. Disisi lain input utama merupakan persepsi dari pakar sehingga sifatnya subjektif. Jika pakar memberikan penilaian yang keliru atau tidak akurat, metode AHP akan menghasilkan solusi yang tidak akurat.
2. Metode AHP ini hanya metode matematis
Metode AHP hanya berupa metode matematis tanpa ada pengujian secara statistik, sehingga tidak ada batas kepercayaan dari kebenaran model yang terbentuk.

2.4 Fuzzy- Analithical Hierrearci Process (Fuzzy-AHP)

Fuzzy-AHP merupakan gabungan metode AHP dengan pendekatan konsep fuzzy (Jasril, 2011). Fuzzy-AHP menutupi kelemahan yang terdapat pada metode AHP yang bersifat sifat subjektif karena metode Fuzzy-AHP memiliki bilangan ketidakpastian yang dijabarkan dengan urutan skala.

2.4.1 Derajat Keanggotaan dari skala Fuzzy-AHP

Tabel skala Tringular Fuzzy Number (TFN) ditunjukkan pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Tabel Skala Tringular Fuzzy Number

Skala AHP	Skala Fuzzy	Inverse Skala Fuzzy
1	1,1,3 (1,1,1 untuk diagonal)	1/3, 1, 1
2	1,2,4	¼, ½, 1
3	1,3,5	1/5, 1/3, 1
4	2,4,6	1/6, ¼, ½
5	3,5,7	1/7, 1/5, 1/3
6	4,6,8	1/8, 1/6, ¼
7	5,7,9	1/9, 1/7, 1/5
8	6,8,9	1/9, 1/8, 1/6
9	7,9,9	1/9, 1/9, 1/7

Pada proses perhitungan menggunakan metode Fuzzy-AHP, digunakan fungsi keanggotaan TFN. Pada metode AHP yang biasa, pairwise comparisan meggunakan skala dari 1 sampai 9. Transformasi skala AHP menjadi skala TFN dilakukan dengan merubah nilai skala AHP berdasarkan nilai-nilai pada Tabel 2.5 (Yusuf, 2012).

2.4.2 Langkah Metode F-AHP

Langkah – langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah dengan menggunakan metode Fuzy-AHP adalah sebagai berikut (Jasril, 2011):

1. Menyusun struktur hirarki permasalahan kemudian menentukan matriks perbandingan berpasangan antara kriteria dengan menggunakan skala TFN seperti yang diunjukkan pada Tabel 2.5.
2. Menentukan nilai sintesis fuzzy (Si) prioritas dengan rumus pada Persamaan 2.5.

$$Si = \sum_{j=1}^m M_i^j \times \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_i^j} \quad (2.5)$$

Keterangan :

Si: Sintesis fuzzy

Di mana $\sum_{j=1}^m M_i^j$ adalah penjumlahan baris pada matriks berpasangan. Sedangkan $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_i^j$ adalah penjumlahan kolom pada perbandingan matriks berpasangan.

Keterangan :

$\sum_{j=1}^m M_i^j$:penjumlahan baris pada matriks berpasangan

$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_i^j$:penjumlahan kolom pada perbandingan matriks berpasangan.

3. Menentukan nilai vektor (v) dan nilai ordinat defuzzifikasi (d').

Jika hasil yang diperoleh pada setiap matrik fuzzy, $M_2 \geq M_1$ di mana nilai $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ dan $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ maka nilai vektor dapat dirumuskan pada Persamaan 2.6.

$$v(M_2 \geq M_1) = \sup[\min(\mu_{M_1}(x), \min(\mu_{M_2}(y)))] \quad (2.6)$$

Keterangan :

v : vektor

d' : defuzzifikasi

Nilai vektor dapat pula dicari dengan rumus pada Persamaan 2.7.

$$v(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & \text{if } m_2 \geq m_1, \\ 0, & \text{if } l_1 \geq u_2, \\ \frac{l_1 - \mu_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (2.7)$$

Keterangan :

u : untuk mencari matrik

m : matrik fuzzy

Jika hasil nilai fuzzy lebih besar dari k, $M_i (i = 1, 2, \dots, k)$ maka nilai vektor dapat didefinisikan pada Persamaan 2.8 dan 2.9.

$$v(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = v(M \geq M_1) \quad (2.8)$$

$$v(M \geq M_2) \text{ dan } v(M \geq M_k) = \min v(M \geq M_i) \quad (2.9)$$

Keterangan :

$\min v$: minimal nilai vector

Dengan diasumsikan, defuzzy dari total nilai sintesi adalah minimal vector maka dapat didefinisikan pada Persamaan 2.10.

$$d'(A_1) = \min v(S_i \geq S_k) \quad (2.10)$$

Keterangan :

S : Nilai sintesis pada fuzzy

A : Total nilai defuzzifikasi

Untuk nilai $k = 1, 2, \dots, n$; $k \neq i$, maka diperoleh nilai bobot vektor pada Persamaan 2.11.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (2.11)$$



Keterangan :

W : Nilai bobot vector *Fuzzy*

Di mana $A_i = 1, 2, \dots, n$ adalah n elemen keputusan.

4. Normalisasi nilai bobot vektor *fuzzy* (W)

Setelah dilakukan normalisasi dari Persamaan 2.11, maka nilai bobot vektor yang ternormalisasi adalah seperti rumus pada Persamaan 2.12.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (2.12)$$

Di mana W adalah bilangan non *fuzzy*.

2.5 Pengujian

2.5.1 Pengujian Akurasi

Akurasi sistem adalah perbandingan antara hasil pengukuran dengan angka sebenarnya. Akurasi didapatkan dengan menghitung persentase perbandingan antara jumlah diagnosa yang tepat dengan keseluruhan data sebenarnya. Perhitungan akurasi ditunjukkan dalam Persamaan 2.13 (Sulistyandari, 2012).

$$Akurasi = \frac{\sum \text{data uji benar}}{\sum \text{data uji}} \times 100\% \quad (2.13)$$

2.5.2 Pengujian Sistem

Testing merupakan pengujian terhadap sistem yang dibuat. *Testing* terdiri atas *White Box Testing* dan *Black Box Testing*. Pada penelitian ini penulis menggunakan *blackbox testing* sebagai teknik pengujiannya. *Black Box Testing* adalah pengujian yang dilakukan dengan mengamati hasil eksekusi sistem dan memeriksa fungsional dari perangkat lunak (Anggraeni, 2015).

2.6 Tanaman Kedelai

2.6.1 Klasifikasi Tanaman Kedelai

Pada awalnya, tanaman kedelai dikenal dengan nama botani, yaitu *Glycine soja* dan *Soja max*. Namun pada tahun 1984 disepakati bahwa nama botani yang dapat diterima dalam istilah ilmiah adalah *Glycine max* (L.) Merrill. Klasifikasi tanaman kedelai adalah sebagai berikut :

Divisio	: Spermatophyta
Classis	: Dicotyledoneae
Ordo	: Rosales
Familia	: Papilionaceae
Genus	: <i>Glycine</i>
Species	: <i>Glycine max</i> (L.) Merrill

2.6.2 Morfologi Tanaman Kedelai

Tanaman kedelai umumnya tumbuh tegak, berbentuk semak, dan merupakan tanaman semusim. Morfologi tanaman kedelai didukung oleh komponen

utamanya, yaitu akar, daun, batang, polong, dan biji sehingga pertumbuhannya bisa optimal.

2.6.2.1 Akar Tanaman Kedelai

Akar kedelai muncul dari belahan kulit biji yang muncul di sekitar misofil. Calon akar tersebut kemudian tumbuh dengan cepat ke dalam tanah, sedangkan kotiledon yang terdiri dari dua keping akan terangkat ke permukaan tanah akibat pertumbuhan yang cepat dari hipokotil.

2.6.2.2 Batang Tanaman Kedelai

Hipokotil pada proses perkecambahan merupakan bagian batang, mulai dari pangkal akar sampai kotiledon. Hipokotil dan dua keping kotiledon yang masih melekat pada hipokotil akan menerobos ke permukaan tanah. Bagian batang kecambah yang berada di atas kotiledon tersebut dinamakan epikotil.

2.6.2.3 Daun Tanaman Kedelai

Tanaman kedelai mempunyai dua bentuk daun yang dominan, yaitu stadia kotiledon yang tumbuh saat tanaman masih berbentuk kecambah dengan dua helai daun tunggal dan daun bertangkai tiga yang tumbuh selepas masa pertumbuhan. Umumnya, bentuk daun kedelai ada dua, yaitu bulat dan lancip. Kedua bentuk daun tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik. Bentuk daun diperkirakan mempunyai korelasi yang sangat erat dengan potensi produksi biji.

2.6.3 Penyakit Utama Tanaman Kedelai

Data penyakit dan gejala didapatkan dari data yang diterbitkan Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan dengan judul Masalah Hama, Penyakit, dan Hara pada Tanaman Kedelai (Identifikasi dan Pengendaliannya) (Marwoto, 2013).

2.6.3.1 Penyakit Karat

A. Gejala Penyakit

Gejala pada penyakit Karat berupa bercak-bercak berisi uredia (badan buah yang memproduksi spora). Bercak ini berkembang ke daun-daun di atasnya dengan bertambahnya umur tanaman. Bercak terutama terdapat pada permukaan bawah daun. Warna bercak coklat kemerahan seperti warna karat. Bentuk bercak umumnya bersudut banyak berukuran sampai 1 mm. Bercak juga terlihat pada bagian batang dan tangkai daun. Contoh tanaman kedelai yang memiliki gejala penyakit karat ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Penyakit karat

B. Siklus Penyakit dan Epidemiologi

Epidemi didorong oleh panjangnya waktu daun dalam kondisi basah dengan temperatur kurang dari 28 °C. Perkembangan spora dan penetrasi spora membutuhkan air bebas dan terjadi pada suhu 8-28 °C. Uredia muncul 9-10 hari setelah infeksi dan urediniospora diproduksi setelah 3 minggu. Kondisi lembab yang panjang dan periode dingin dibutuhkan untuk menginfeksi daun-daun dan sporulasi. Penyebaran urediniospora dibantu oleh hembusan angin pada waktu hujan. Patogen ini tidak ditularkan melalui benih.

C. Pengendalian

Pengendalian yang dapat dilakukan adalah menanam varietas tahan. Dan Aplikasi fungisida mankoseb, triadimefon, bitertanol, dan difenokonazol.

2.6.3.2 Penyakit Pustul Bakteri

A. Gejala Penyakit

Gejala awal pada penyakit bakteri adalah bercak kecil berwarna hijau pucat, tampak pada kedua permukaan daun, menonjol pada bagian tengah lalu menjadi bisul warna coklat muda atau putih pada permukaan bawah daun. Gejala ini sering dikacaukan dengan penyakit karat kedelai. Tetapi bercak karat lebih kecil dan sporanya kelihatan jelas. Bercak bervariasi dari bintik kecil sampai besar tak beraturan, berwarna kecoklatan. Bercak kecil bersatu membentuk daerah nekrotik yang mudah robek oleh angin sehingga daun berlubang-lubang. Pada infeksi berat menyebabkan daun gugur. Contoh tanaman kedelai yang memiliki gejala penyakit pustul bakteri ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Penyakit Pustul Bakteri

B. Siklus Penyakit dan Epideminologi

Bakteri bertahan pada biji, sisa-sisa tanaman dan di daerah perakaran. Beberapa gulma, *Dolichos biflorus*, buncis subspecies tertentu dan kacang tunggak bisa menjadi inang. Bakteri menyebar melalui air hujan atau hembusan angin pada waktu hujan. Bakteri masuk ke tanaman melalui lubang-lubang alami dan luka pada tanaman.

C. Pengendalian

Menanam benih bebas patogen, membenamkan sisa tanaman terinfeksi, dan menghindari rotasi penanaman dengan buncis dan kacang tunggak.

2.6.3.3 Target Spot

A. Gejala Penyakit

Bercak coklat kemerahan timbul pada daun, batang, polong, biji, hipokotil dan akar dengan diameter 10-15 mm. Kadang-kadang mengalami sonasi, yaitu membentuk lingkaran seperti pada papan tembak (target). Contoh tanaman kedelai yang memiliki gejala penyakit target spot ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Penyakit Target Spot

B. Siklus Penyakit dan Epideminologi

Patogen bertahan pada batang, akar, biji dan mampu bertahan di dalam tanah yang tidak diusahakan selama lebih dari 2 tahun. Infeksi hanya terjadi bila kelembaban udara relatif 80% atau lebih atau terjadi air bebas di atas daun. Cuaca kering menghambat pertumbuhan jamur pada daun dan akar. Infeksi pada batang dan akar terjadi pada awal fase pertumbuhan tanaman. Gejala terlihat pada 3 minggu setelah tanaman tumbuh. Suhu tanah optimal untuk menginfeksi dan perkembangan penyakit selanjutnya adalah 15-18 °C. Pada suhu 20 °C gejala penyakit tidak terlalu parah dan akar terbentuk normal. Patogen dapat hidup dan menyerang bermacam-macam tumbuhan (kosmopolitan) dan di negara tropis keberadaannya sangat melimpah.

C. Pengendalian

Perawatan benih terutama pada biji terinfeksi, membenamkan sisa tanaman terinfeksi, aplikasi fungisida benomil, klorotalonil dan kaptan.

2.6.3.4 Virus Mozaik

A. Gejala Penyakit

Tulang daun pada daun yang masih muda menjadi kurang jernih. Selanjutnya daun berkerut dan mempunyai gambaran mosaik dengan warna hijau gelap di sepanjang tulang daun. Tepi daun sering mengalami klorosis. Tanaman yang terinfeksi SMV ukuran bijinya mengecil dan jumlah biji berkurang sehingga hasil biji turun. Bila penularan virus terjadi pada tanaman muda, penurunan hasil berkisar antara 50-90%. Penurunan hasil sampai 93% telah dilaporkan pada lahan percobaan yang dilakukan inokulasi virus mosaik kedelai. Contoh tanaman kedelai yang memiliki gejala penyakit virus mozaik ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Penyakit Virus Mozaik

B. Siklus Penyakit dan Epideminologi

SMV dapat menginfeksi tanaman kacang-kacangan: kedelai, buncis, kacang panjang, kapri (*Pisum sativum*), orok-orok (*Crotalaria* sp.) dan

berbagai jenis kara (*Dolichos lablab*, *Canavalia encitormis* dan *Mucana sp.*). Virus SMV tidak aktif pada suhu 55-70 °C dan tetap infeksi pada daun kedelai kering selama 7 hari pada suhu 25-33 °C. Partikel SMV sukar dimurnikan kerana cepat mengalami egrgasi.

C. Pengendalian

Mengurangi sumber penularan virus, menekan populasi serangga vektor, menanam varietas toleran.

2.6.3.5 Hawar Batang

A. Gejala Penyakit

Infeksi terjadi pada pangkal batang atau sedikit di bawah permukaan tanah berupa bercak coklat tua/warna gelap dan meluas sampai ke hipokotil. Gejala layu mendadak merupakan gejala pertama yang timbul. Daun-daun yang terinfeksi mula-mula berupa bercak bulat berwarna merah sampai coklat dengan pinggir berwarna coklat tua, kemudian mengering dan sering menempel pada batang mati. Gejala khas patogen ini adalah miselium putih yang terbentuk pada pangkal batang, sisa daun dan pada tanah di sekeliling tanaman sakit. Miselium tersebut menjalar ke atas batang sampai beberapa centimeter. Contoh tanaman kedelai yang memiliki gejala penyakit virus mozaik ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Penyakit Hawar Batang

B. Siklus Penyakit dan Epideminologi

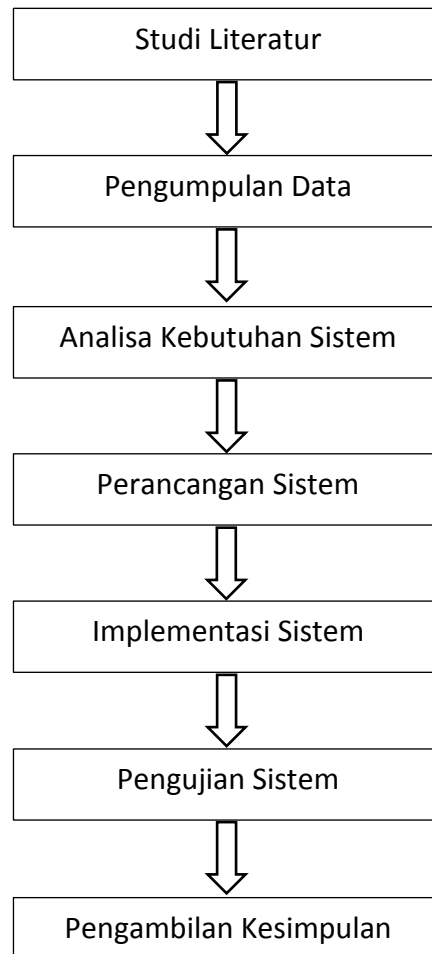
Tanaman kedelai peka terhadap jamur ini sejak mulai tumbuh sampai pengisian polong. Kondisi lembab dan panas memacu perkembangan miselium yang kemudian hilang bila keadaan berubah menjadi kering. Pada keadaan lembab sekali akan terbentuk sklerotia yang berbentuk bulat seperti biji sawi dengan diameter 1-1,5 mm. Karena mempunyai lapisan dinding yang keras, sklerotium dapat dipakai untuk mempertahankan diri terhadap kekeringan, suhu tinggi dan hal lain yang merugikan. Penyakit banyak terjadi tetapi jarang berakibat serius, namun pernah mengakibatkan penurunan hasil yang cukup tinggi pada kedelai yang ditanam secara monokultur atau rotasi pendek dengan tanaman yang peka.

- C. Pengendalian
Memperbaiki pengolahan tanah dan drainase, perawatan benih dengan fungisida.



BAB 3 METODOLOGI

Pada bab ini akan dijelaskan tahapan-tahapan metodologi penelitian yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian. Tahapan-tahapan tersebut diantaranya studi literatur, pengumpulan data, analisa dan perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, dan pengambilan kesimpulan. Gambar 3.1 merupakan diagram blok yang berisi tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian yang diusulkan.



Gambar 3.1 Diagram Blok Metodologi Penelitian

3.1 Studi Literatur

Pada tahapan studi literatur, dilakukan pembelajaran mengenai literatur dan pustaka mengenai bidang ilmu yang berkaitan dengan penelitian. Literatur diperoleh dari jurnal, *e-book*, penelitian yang telah dilakukan dan artikel-artikel dari internet yang dipandang layak dan berhubungan dengan penelitian. Literatur dan pustaka tersebut diantaranya :

1. Identifikasi penyakit pada tanaman kedelai.
2. Pengendalian penyakit pada tanaman kedelai.

3. Algoritma Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

3.2 Pengumpulan Data

Saat proses pengumpulan data, terdapat dua jenis data yang didapatkan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapatkan secara langsung dari pakar dan observasi. Sedangkan, data sekunder merupakan data yang dikumpulkan dari sumber lain atau tidak dipersiapkan untuk penelitian tetapi dapat digunakan untuk penelitian seperti jurnal literatur.

Terdapat beberapa data primer yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian ini, diantaranya adalah data tentang berbagai macam gejala penyakit tanaman kedelai, bagaimana pengendalian penyakit tanaman kedelai, bobot gejala penyakit tanaman kedelai terhadap alternatif penyakit, dan nilai-nilai perbandingan berpasangan untuk kriteria-kriteria.

Data tentang gejala-gejala penyakit tanaman kedelai didapatkan memalui observasi dan verifikasi dari pakar. Observasi tersebut dilakukan di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur, Jl. Raya Karangploso, Km. 4, Kota Malang, Jawa Timur. Sedangkan, jenis data lainnya didapatkan dari pakar tanaman kedelai yaitu Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S dengan metode wawancara.

3.3 Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan adalah tahapan yang dilakukan untuk menganalisa kebutuhan pembangunan sistem. Berikut adalah kebutuhan dalam pemodelan sistem pakar diagnosa penyakit tanaman kedelai merah:

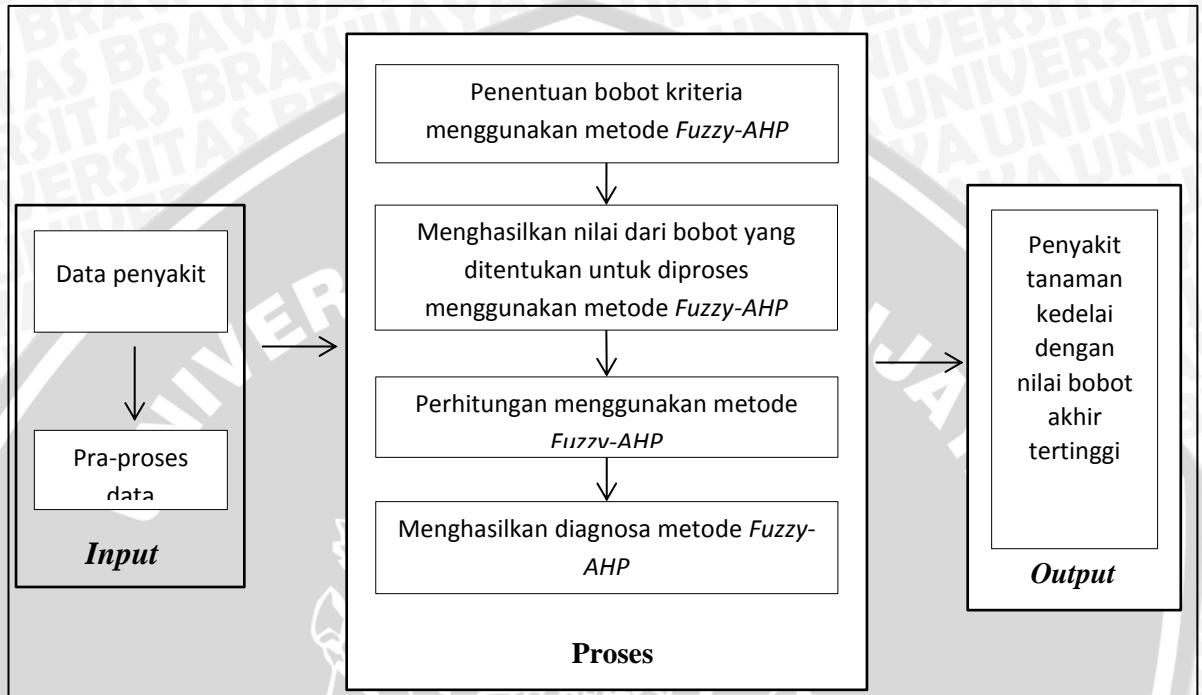
1. Kebutuhan *Hardware*: *Laptop* dengan spesifikasi prosesor *Intel® Core™ i3-2350M CPU@2.30GHz*, memori 4 GB, kapasitas *HDD* 500 GB, kartu grafik *NVIDIA GeForce 540M* 2 GB.
2. Kebutuhan *Software*:
 - a. Sistem Operasi *Windows 7 64-bit*.
 - b. *Internet Browser*.
 - c. *Netbeans IDE 7.20*.
 - d. *XAMPP Control Panel v.3.2.1*.
3. Data yang dibutuhkan meliputi:
 - a. Data penyakit tanaman kedelai.
 - b. Data setiap gejala penyakit tanaman kedelai.
 - c. Data nilai bobot gejala penyakit terhadap alternatif-alternatif penyakit
 - d. Nilai kriteria perbandingan berpasangan.

3.4 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dibuat berdasarkan dari hasil pengambilan data yang telah dilakukan. Dalam perancangan sistem dibuat langkah-langkah kerja sistem. Hasil perancangan merupakan dasar dari implementasi sistem.

3.4.1 Model Perancangan Sistem

Dalam model perancangan sistem dibuat penguraian kinerja sistem secara terstruktur. Dalam penguraian kinerja sistem, terdapat tiga tahapan proses yaitu input, proses dan output. Diagram model perancangan sistem ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Sistem Diagnosa Penyakit Tanaman Kedelai

Pada Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa perancangan sistem terdiri dari tiga proses utama, yakni:

- a. *Input*
Input pada sistem merupakan jawaban ya atau tidak terhadap pertanyaan gejala yang diberikan sistem kepada pengguna.
- b. *Proses*
Sistem melakukan proses dari data input yang diberikan pengguna dengan menggunakan metode Fuzzy-AHP berdasarkan nilai bobot gejala dan nilai perbandingan kriteria berpasangan yang diberikan oleh pakar.
- c. *Output*
Keluaran berupa hasil diagnosa penyakit tanaman Kedelai.

3.5 Implementasi

Implementasi merupakan tahap pembuatan sistem. Pada tahap ini dijelaskan bagaimana melakukan diagnosis penyakit tanaman kedelai menggunakan metode Fuzzy-AHP berdasarkan perancangan sistem yang telah dilakukan sebelumnya. Pengembangan sistem dilakukan dengan bahasa pemrograman HTML dan PHP.

3.6 Pengujian dan Analisa

Pengujian ditujukan untuk mengetahui apakah sistem telah berjalan sesuai yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan dua tahap, yaitu :

1. Pengujian pertama yaitu pengujian fungsionalitas. Pengujian ini dilakukan dengan metode *blackbox testing* untuk mengetahui fungsionalitas sistem apakah telah berjalan sesuai harapan yang telah ditentukan. Pengujian ini dilakukan oleh peneliti dan calon pengguna.
2. Pengujian kedua yaitu pengujian akurasi sistem dengan tujuan membandingkan hasil diagnosa sistem dengan hasil diagnosa pakar untuk mendapatkan tingkat akurasi sistem.

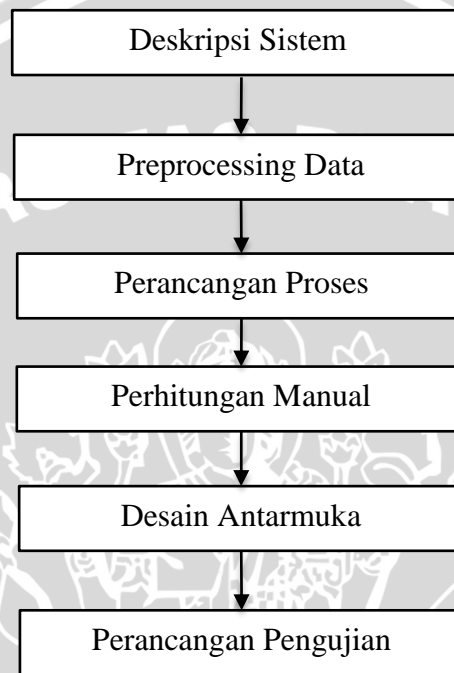
3.7 Pengambilan Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan dan saran merupakan tahapan terakhir dalam penelitian ini. Tahapan ini dilaksanakan setelah tahap perancangan, implementasi, dan pengujian selesai dilakukan. Kesimpulan didapatkan dari hasil uji fungsionalitas dan akurasi. Sementara saran dimaksudkan sebagai bahan evaluasi sistem yang telah dibuat dan memudahkan peneliti lain dalam mengembangkan pelenitia selanjutnya.



BAB 4 PERANCANGAN

Bab ini akan membahas mengenai perancangan sistem diagnosa penyakit tanaman kedelai dengan metode *Fuzzy-AHP*. Tahapan proses perancangan sistem terdiri dari deskripsi sistem, *preprocessing* data, perancangan perangkat lunak, perhitungan manual, desain antarmuka, dan perancangan pengujian. Diagram alir proses perancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Alir Tahap Perancangan Sistem

4.1 Deskripsi Sistem

Sistem yang akan dibangun dalam penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan menilai kinerja dari metode *Fuzzy-AHP* dalam melakukan diagnosis penyakit tanaman kedelai. Terdapat 5 macam jenis penyakit tanaman kedelai yang dapat didiagnosis oleh sistem ini. Beberapa penyakit tersebut diantaranya penyakit karat, target spot, hawar batang, virus mozaik, dan pustul bakteri.

Untuk dapat melakukan diagnosis penyakit tanaman kedelai, sistem ini membutuhkan input gejala penyakit. Input gejala penyakit tersebut berasal dari 16 pertanyaan gejala penyakit tanaman kedelai dengan pilihan jawaban ya dan tidak. Input tersebut akan diisi oleh pengguna berdasarkan kondisi tanaman kedelai yang sakit.

4.2 Preprocessing Data

Preprocessing data dilakukan untuk menyusun data mentah yang didapatkan pada proses pengumpulan data. Data pertama yang menjadi hasil dari tahapan *preprocessing* data adalah data tentang aturan penyakit tanaman kedelai. Pada data ini, data gejala yang didapatkan dari proses pengumpulan data dipasangkan dengan penyakit-penyakit yang berkaitan dengan gejala tersebut. Kemudian, setiap gejala digolongkan berdasarkan tiga kriteria yaitu daun, batang, dan tanaman. Pembagian kriteria ini dilakukan berdasarkan bagian pada tanaman yang terserang penyakit. Data tentang aturan penyakit tanaman kedelai dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Aturan Gejala Penyakit Tanaman Kedelai

No	Kode	Gejala	Kategori	Penyakit
1	G1	Bercak berisi uredia pada daun	Daun	Karat
2	G2	Bercak kecil, agak bulat, kering, berwarna coklat dikelilingi warna kuning	Daun	Karat
				Target Spot
				Hawar Batang
3	G3	Bercak hijau pucat pada daun	Daun	Pustul Bakteri
4	G4	Bercak coklat muda atau putih pada daun	Daun	Pustul Bakteri
5	G5	Daun berkerut	Daun	Virus Mozaik
6	G6	Daun memiliki gambaran mozaik	Daun	Virus Mozaik
7	G7	Bentuk lingkaran seperti papan tembak	Daun	Target Spot
8	G8	Bentuk bercak bersudut pada daun	Daun	Karat
9	G9	Bercak kecil menyebabkan daun berlubang	Daun	Pustul Bakteri
10	G10	Tepi daun mengalami klorosis	Daun	Virus Mozaik
11	G11	Biji mengecil	Biji	Virus Mosaik
				Pustul Bakteri
12	G12	Biji memiliki bercak coklat kemerahan	Biji	Virus Mosaik
13	G13	Miselium di pangkal batang	Batang	Hawar Batang
14	G14	Bercak coklat pada pangkal batang dan menyebar	Batang	Hawar Batang
15	G15	Bercak coklat kemerahan pada batang	Batang	Target Spot
				Karat
16	G16	Tanaman layu	Batang	Hawar Batang
				Rhizoctonia Solani

Sumber: Pakar

Data yang menjadi hasil *preprocessing* data selanjutnya adalah data bobot gejala penyakit. Data ini berisi tentang informasi besaran bobot tiap-tiap gejala terhadap tiap-tiap alternatif. Data bobot gejala tanaman kedelai dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Bobot Gejala Tanaman Kedelai

Jenis Penyakit	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16
Karat	1.00	0.50					0.75								0.25	
Pustul Bakteri			1.00	0.75				0.75			0.50					
Target Spot		0.25								1.00		0.75			0.50	
Hawar Batang		0.25											1.00	0.75		0.50
Virus Mosaik					0.75	1.00			0.75		0.50					

Sumber: Pakar

Penilaian bobot gejala terhadap alternatif penyakit dilakukan dengan menggolongkan gejala menjadi 5 golongan yaitu bobot gejala utama, gejala pendukung, gejala sekunder, gejala lainnya, dan gejala yang tidak berpengaruh. Penentuan golongan gejala terhadap alternatif penyakit ditentukan oleh pakar. Keterangan penilaian pada gejala penyakit tanaman kedelai ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Keterangan Penilaian pada Gejala Penyakit Tanaman Kedelai

Nilai Bobot	Keterangan
1	Gejala utama
0.75	Gejala pendukung
0.50	Gejala sekunder
0.25	Gejala lainnya
0.1	Tidak ada

Keterangan:

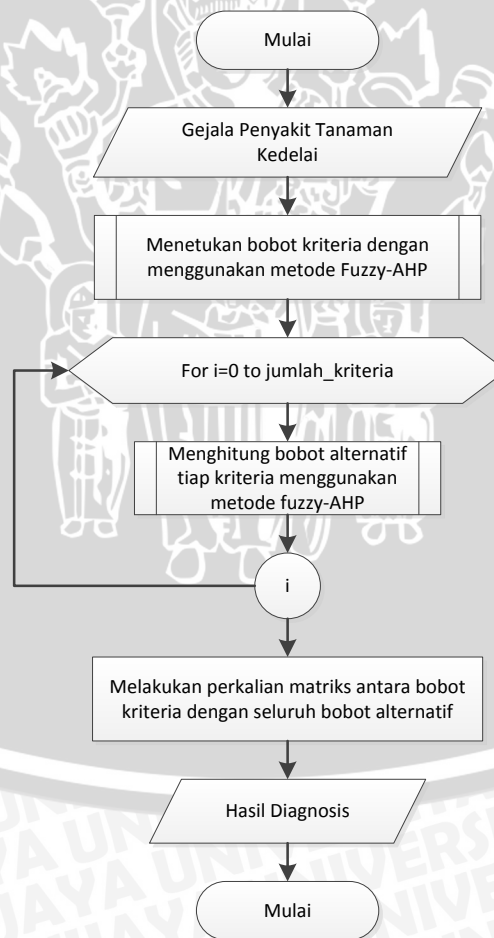
1. Gejala utama adalah gejala yang paling mempengaruhi penilaian pakar dalam melakukan diagnosa penyakit.
2. Gejala Pendukung ialah gejala yang menjadi pendukung gejala utama pada tanaman yang terserang penyakit.
3. Gejala Sekunder ditentukan oleh seberapa besar nilai bobot gejala pendukung yang menyerang tanaman. Prioritas gejala sekunder berada di bawah gejala pendukung.
4. Gejala lainnya ialah gejala dengan tingkat prioritas terkecil dan berada di bawah gejala sekunder.
5. Tidak ada ialah gejala yang sama sekali tidak dimiliki oleh penyakit.

4.3 Perancangan Proses

Proses diagnosa penyakit dilakukan dengan input berupa gejala-gejala penyakit tanaman kedelai yang dimasukkan oleh pengguna. Sistem akan memberikan pertanyaan-pertanyaan tentang gejala yang mungkin terjadi pada tanaman kedelai dengan memberikan pilihan ya atau tidak. Setelah pengguna menjawab semua pertanyaan gejala-gejala tersebut, pengguna dapat melakukan diagnosa untuk memulai proses perhitungan metode *Fuzzy-AHP* berdasarkan input yang telah diberikan. Setelah itu, sistem akan menampilkan hasil dari proses perhitungan metode *Fuzzy-AHP*. Hasil tersebut terdiri dari hasil diagnosis dan detail perhitungan metode.

4.3.1 Proses Diagnosa

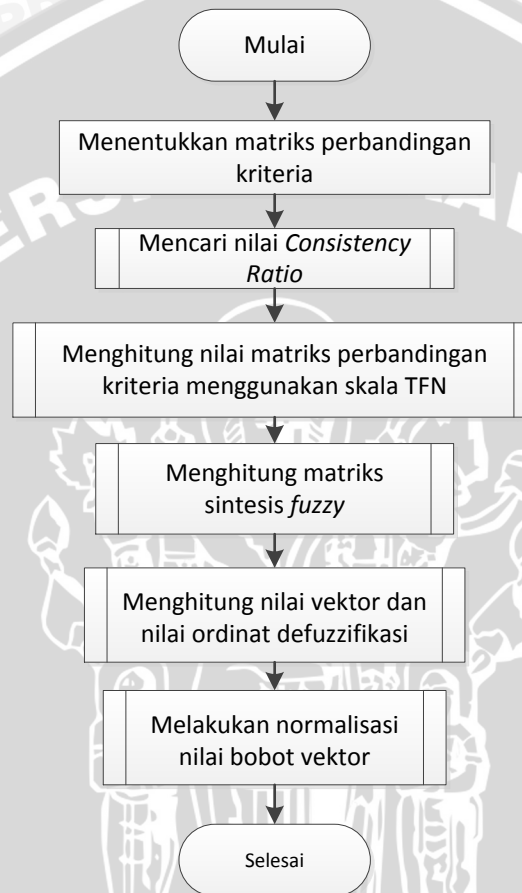
Langkah pertama untuk melakukan proses diagnosa penyakit tanaman kedelai adalah perhitungan bobot dengan metode *fuzzy-AHP*. Kemudian, sistem menghitung bobot alternatif untuk masing masing kriteria. Selanjutnya, dilakukan perkalian matriks antara seluruh bobot alternatif tiap kriteria dengan bobot kriteria sehingga didapatkan bobot tiap-tiap alternatif. Bobot alternatif yang tertinggi lah yang menjadi hasil diagnosis sistem.



Gambar 4.2 Diagram alir proses diagnosis

4.3.2 Proses Algoritma Fuzzy-AHP

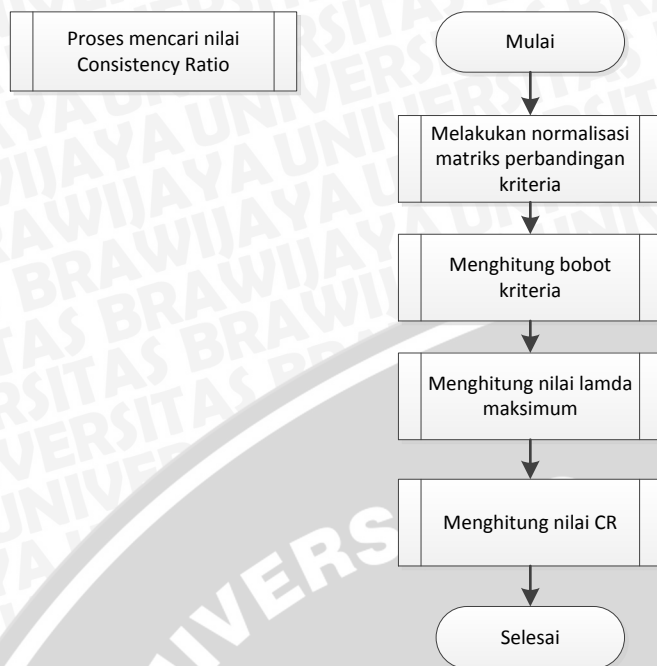
Proses algoritma *Fuzzy-AHP* terdiri dari 5 proses utama yaitu mencari nilai *Consistency Ratio* (CR), menghitung nilai matriks perbandingan kriteria menggunakan skala *Triangular Fuzzy Number* (TFN), menghitung matriks sistesis *fuzzy*, menghitung nilai vektor dan nilai ordinat defuzzifikasi, dan melakukan normalisasi nilai bobot vektor. Pada proses ini dibutuhkan variabel berupa bobot gejala penyakit tanaman kedelai dan matriks perbandingan kriteria yang didapatkan dari pakar.



Gambar 4.3 Diagram Alir Proses Algoritma *Fuzzy-AHP*

4.3.2.1 Proses Mencari Nilai *Consistency Ratio* (CR)

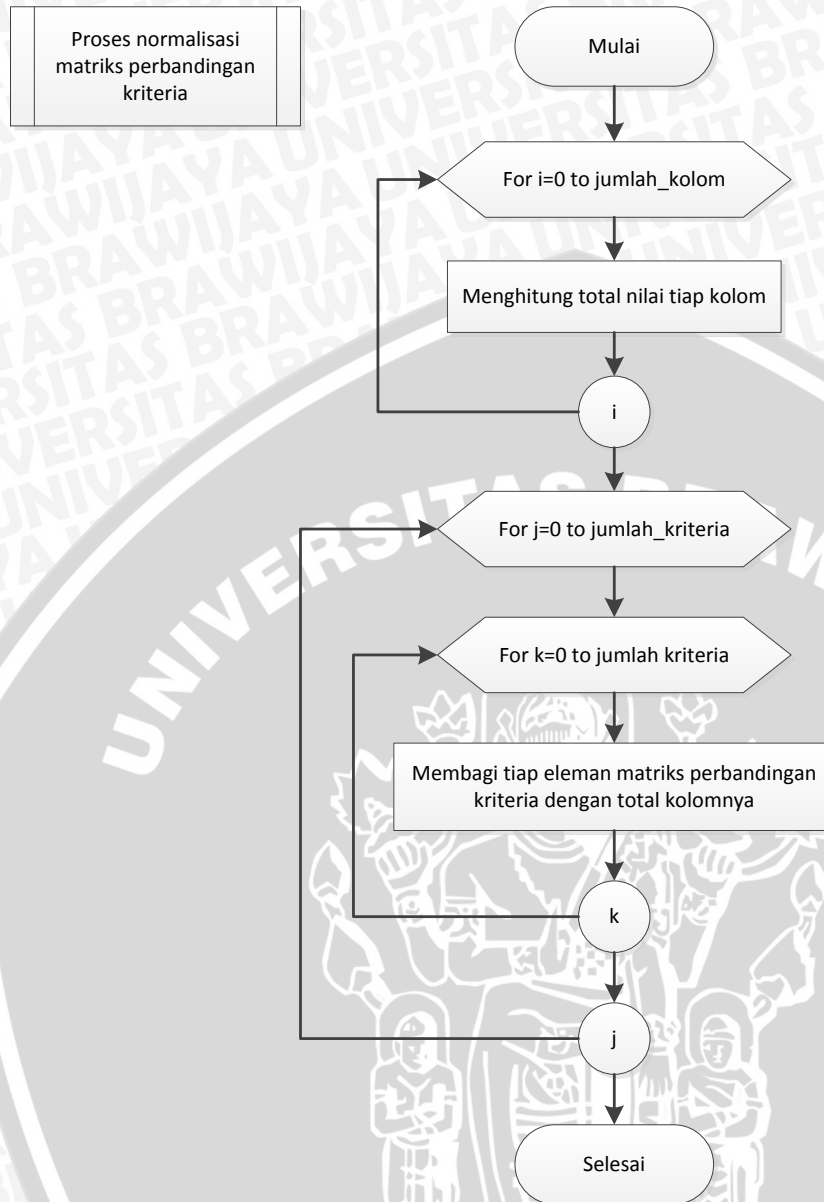
Proses mencari nilai CR dibagi menjadi 4 proses utama diantaranya proses normalisasi matriks perbandingan kriteria, menghitung bobot kriteria, menghitung lamda maksimum, dan menghitung nilai CR. Diagram alir proses mencari nilai CR dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.4 Proses mencari nilai Consistency Ratio (CR)

4.3.2.2 Proses Normalisasi Matriks Perbandingan Kriteria

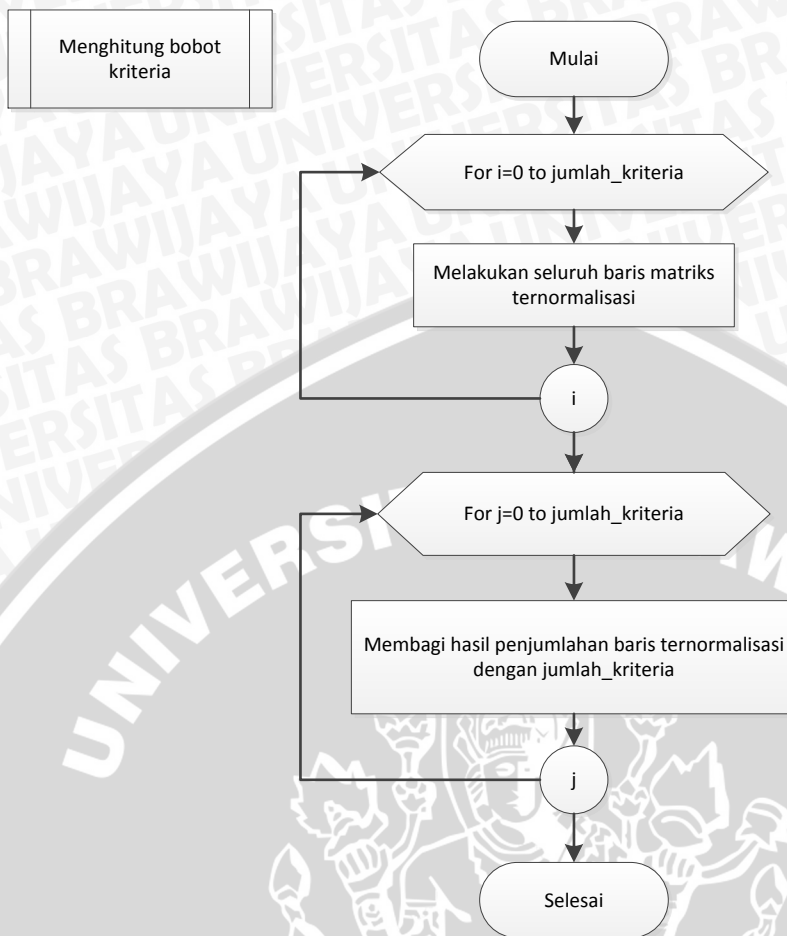
Proses normalisasi matriks perbandingan kriteria dilakukan dengan membagi setiap kolom yang ada di matriks perbandingan dengan nilai total kolomnya. Diagram alir proses normalisasi matriks perbandingan kriteria dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.5 Proses Normalisasi Matriks Perbandingan Kriteria

4.3.2.3 Proses Menghitung Nilai Bobot Kriteria

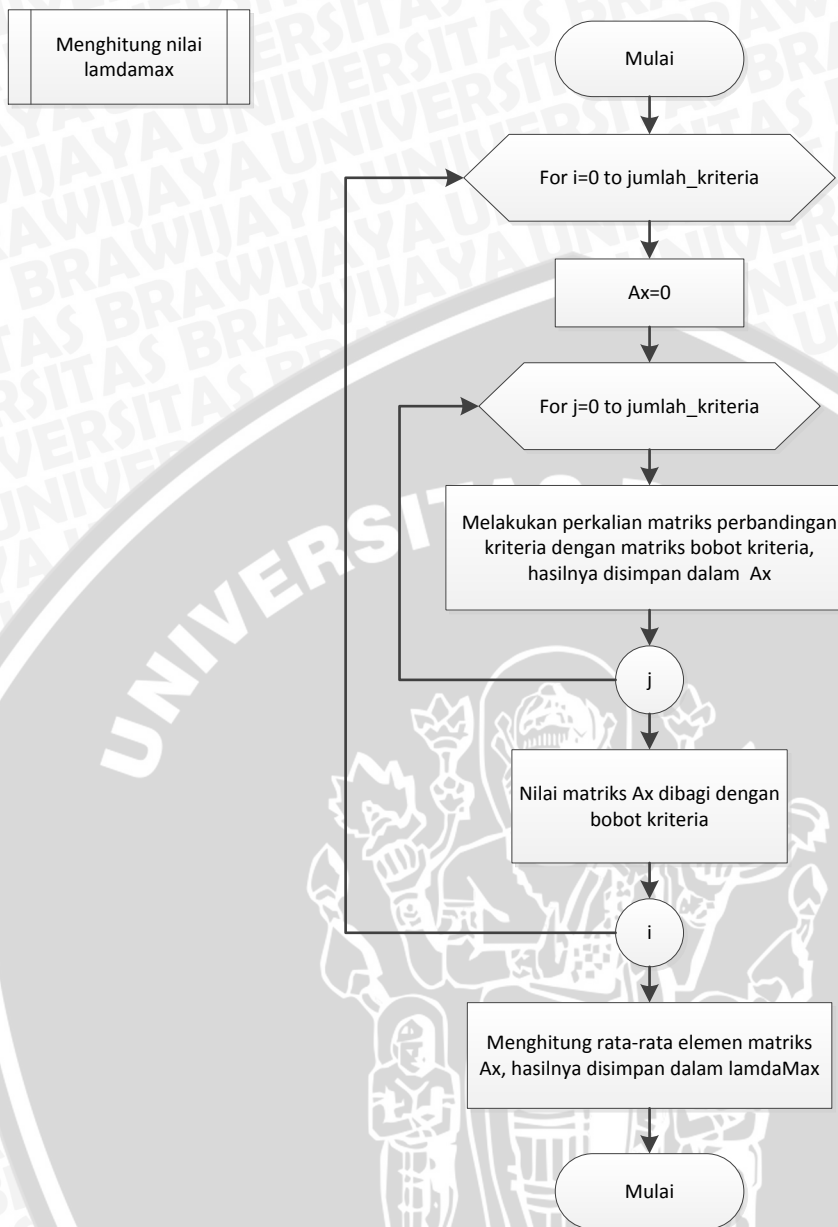
Proses menghitung bobot kriteria dilakukan dengan mencari rata-rata dari setiap baris yang ada pada matriks perbandingan ternormalisasi. Diagram alir proses menghitung nilai bobot kriteria ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.6 Proses Menghitung Nilai Bobot Kriteria

4.3.2.4 Proses Menghitung Nilai Lamda Maksimum

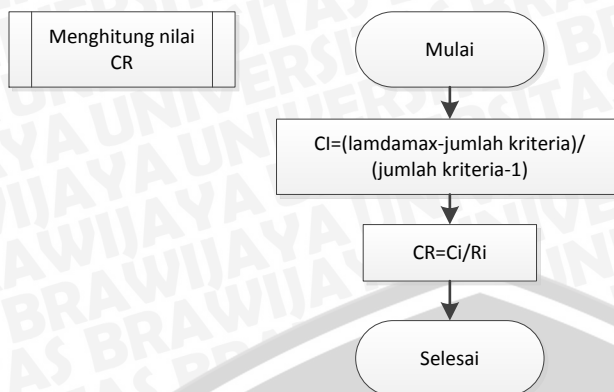
Proses menghitung nilai lamda maksimum dilakukan dengan mengalikan matriks perbandingan berpasangan dengan matriks bobot kriteria. Matriks dari hasil perkalian tersebut selanjutnya dinyatakan sebagai matriks jumlah bobot. Kemudian, elemen dari matriks jumlah bobot dibagi dengan elemen dari matriks bobot kriteria secara berpasangan. Nilai-nilai dari hasil pembagian tersebut kemudian disebut sebagai nilai prioritas. Langkah selanjutnya adalah mencari rata-rata dari ketiga nilai prioritas. Hasil dari rata-rata tersebut merupakan nilai lamda maksimum. Diagram alir proses menghitung lamda maksimum ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.7 Diagram Alir Proses Menghitung Nilai Lamda Maksimum

4.3.2.5 Proses Menghitung Nilai Consistency Ratio (CR)

Proses menghitung nilai CR dimulai dengan mencari nilai Consistency Index (CI) terlebih dahulu. Nilai CI didapatkan dengan membagi hasil pengurangan dari lamda maksimum dengan jumlah kriteria dengan hasil pengurangan jumlah kriteria dengan satu. Setelah nilai CI didapatkan, langkah selanjutnya adalah mencari nilai RI. Nilai RI didapat dari tabel nilai random index pada Tabel 2.4 berdasarkan jumlah kriteria yang ada. Kemudian, nilai CR didapat dari pembagian antara nilai CI dan nilai RI. Diagram alir proses mencari nilai CR ditunjukkan pada Gambar 4.7.

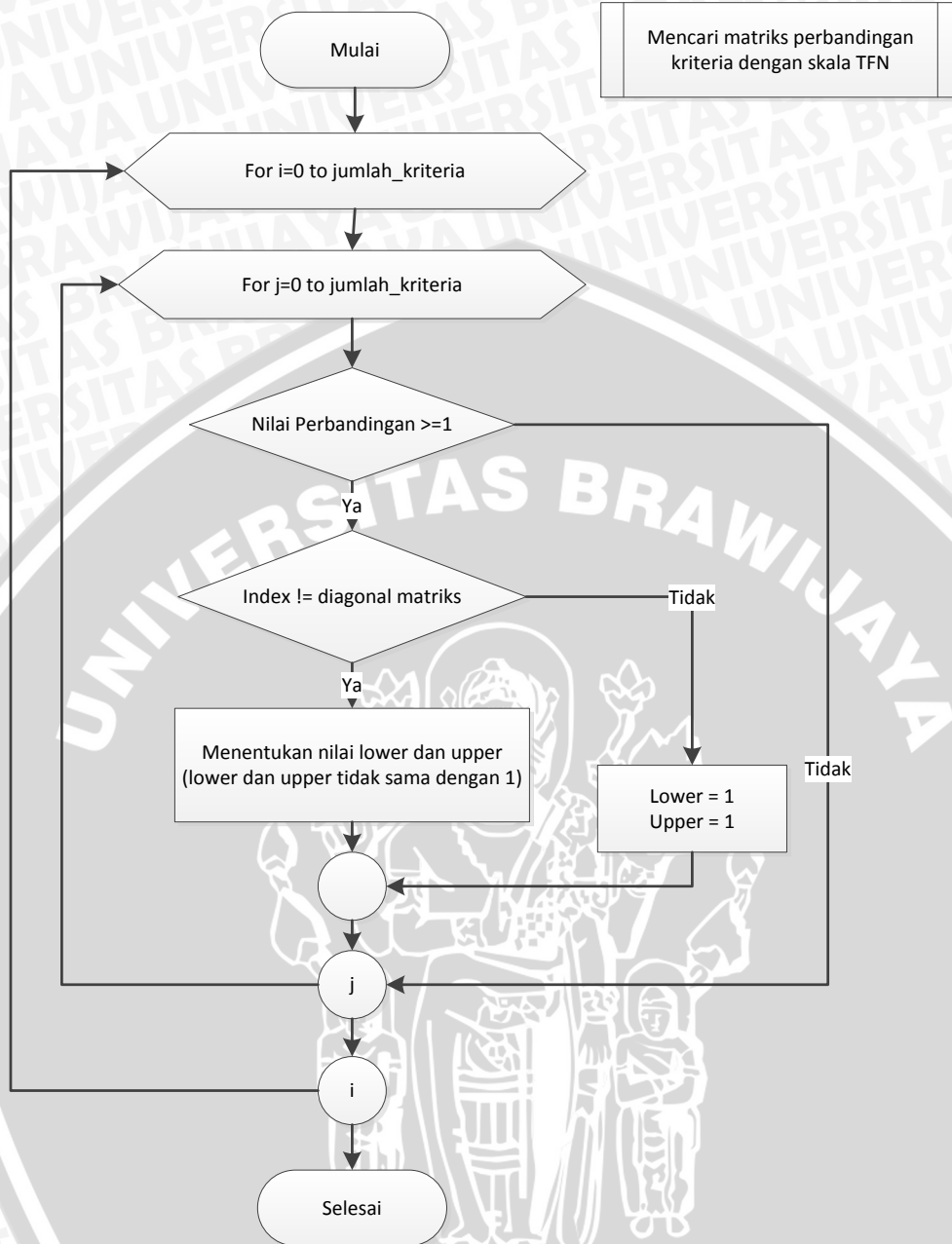


Gambar 4.8 Proses Mencari Nilai Consistency Ratio

4.3.2.6 Proses Mencari Nilai Matriks Perbandingan Kriteria Menggunakan Skala Tringular *Fuzzy Number* (TFN)

Proses mencari nilai matriks perbandingan kriteria menggunakan skala *fuzzy* TFN dilakukan dengan merubah nilai matriks selain nilai matriks diagonal. Nilai tersebut dirubah sesuai tabel skala nilai *fuzzy* TFN sesuai skala kepentingan AHPnya. Diagram alir proses mencari nilai matriks perbandingan kriteria menggunakan skala *fuzzy* TFN dapat dilihat pada Gambar 4.8.

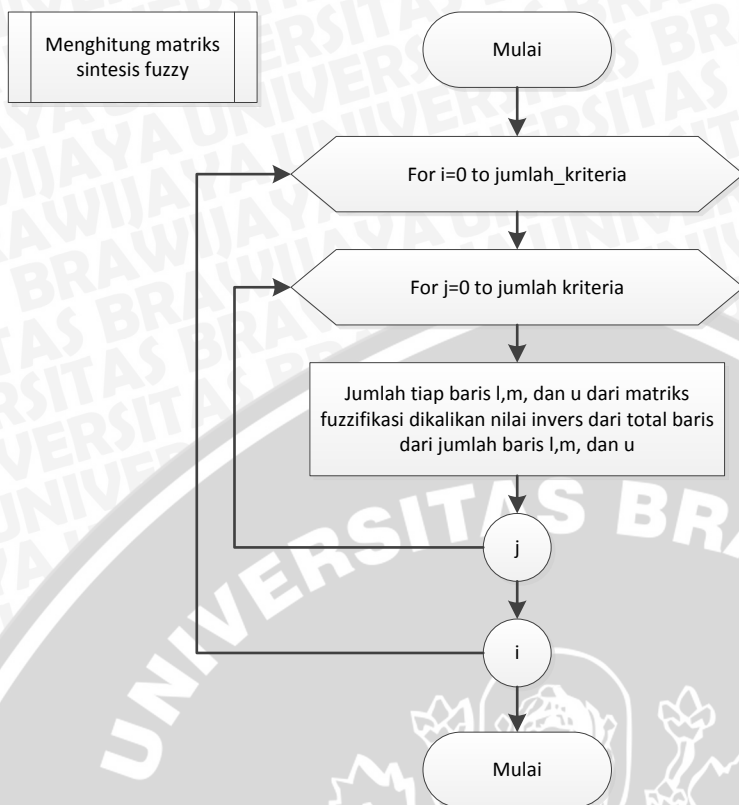




Gambar 4.9 Diagram Alir Proses Mencari Nilai Matriks Perbandingan Kriteria Menggunakan Skala TFN

4.3.2.7 Proses Mencari Nilai Matriks Sintesis Fuzzy

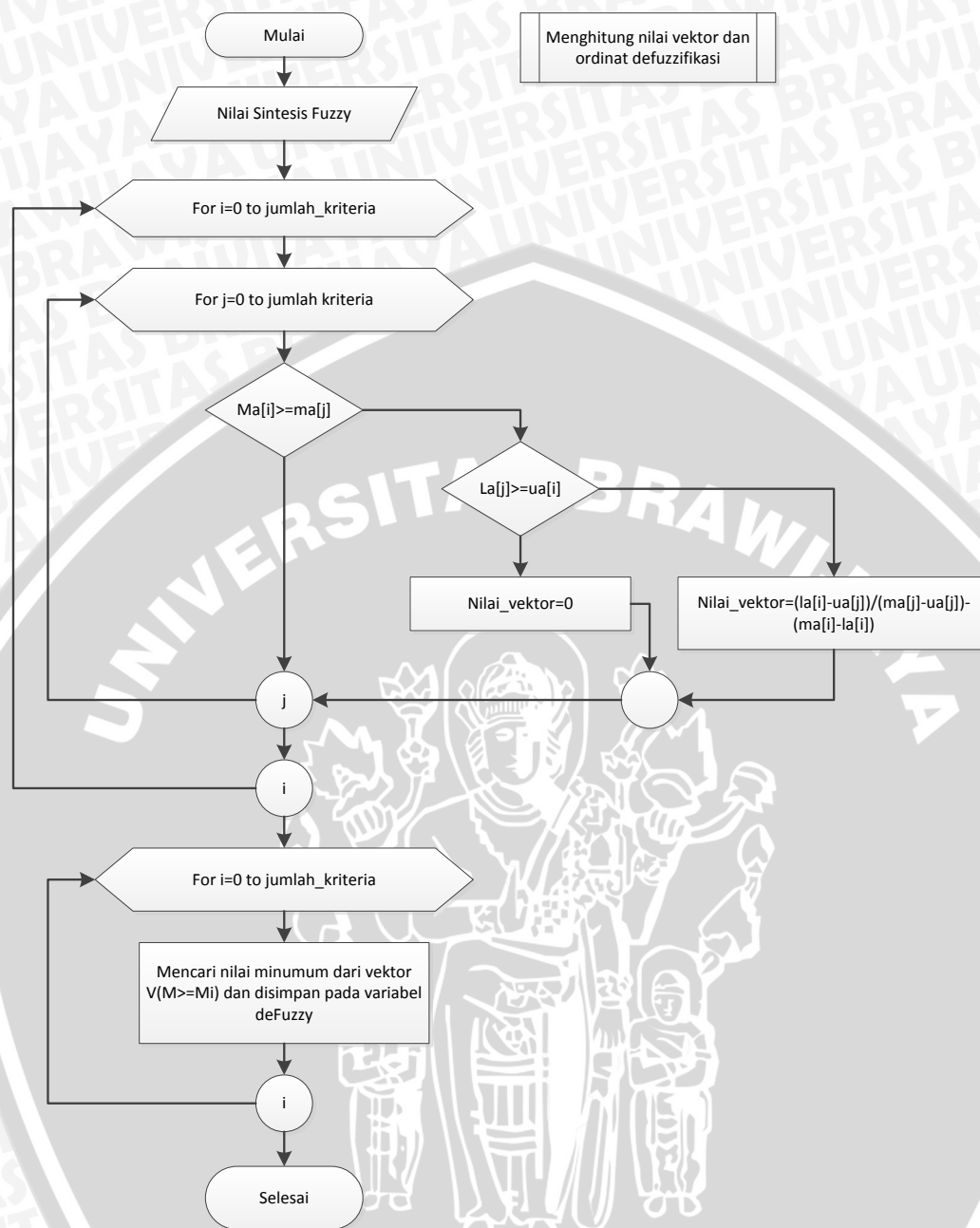
Proses mencari nilai matriks sintesis fuzzy dimulai dengan mengalikan nilai total baris dari masing-masing nilai l , m , dan u dengan invers total nilai kolom dari total jumlah baris masing-masing nilai l , m , dan u yang telah dihitung sebelumnya. Diagram alir proses mencari nilai matriks sintesis fuzzy ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.10 Diagram Alir Mencari Nilai Matriks Sintesis *Fuzzy*

4.3.2.8 Proses Menghitung Nilai Vektor dan Nilai Ordinat Defuzzifikasi

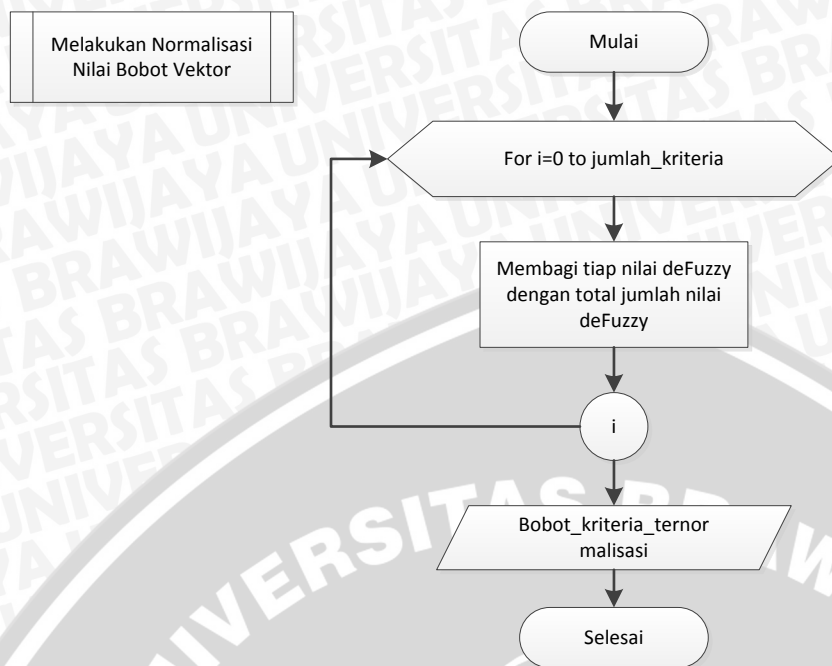
Proses menghitung nilai vektor dan nilai ordinat defuzzifikasi dilakukan dengan membuat matriks dari nilai sintesis fuzzy yang telah dihitung sebelumnya. Nilai sintesis fuzzy dibandingkan dengan menggunakan Persamaan 2.6. Diagram alir proses menghitung nilai vektor dan nilai ordinat defuzzifikasi ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.11 Proses Menghitung Nilai Vektor dan Nilai Ordinat Defuzzifikasi

4.3.2.9 Proses Normalisasi Bobot Vektor

Proses normalisasi bobot vektor dilakukan dengan membagi tiap nilai bobot vektor dengan total bobot vektor yang ada. Diagram alir proses normalisasi bobot vektor dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.12 Diagram Alir Proses Normalisasi Bobot Vektor

4.4 Perhitungan Manual

Perhitungan manual berfungsi untuk memberikan gambaran umum perancangan sistem yang dibangun. Dari metode Fuzzy-AHP langkah-langkah dalam perhitungannya yaitu:

1. Menentukan matriks perbandingan alternatif kriteria tanaman.
2. Melakukan pengecekan nilai konsistensi dengan menggunakan AHP konvensional:
 - a. Menghitung nilai matriks normalisasi.
 - b. Menghitung nilai bobot kriteria.
 - c. Menghitung nilai lamda maksimum.
 - d. Menghitung nilai CI.
3. Mencari nilai matriks perbandingan kriteria/alternatif skala *Triangular Fuzzy Number* (TFN).
4. Menghitung matriks sintesis fuzzy.
5. Menghitung nilai vektor dan nilai ordinat defuzzifikasi.
6. Melakukan normalisasi bobot vektor.

4.4.1 Menentukan Matriks Perbandingan Kriteria

Matriks perbandingan kriteria dibuat untuk menentukan tingkat kepentingan antara kriteria yang satu dengan kriteria yang lainnya. Tingkat kepentingan antara satu kriteria dengan yang lainnya dijabarkan dalam bentuk nilai sesuai dengan Tabel 2.2. Penentuan nilai tingkat kepentingan tersebut didapatkan melalui wawancara dengan pakar. Penentuan matriks perbandingan kriteria ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Matriks Perbandingan Kriteria Alternatif

No	A	B	C	D
1	Kriteria	Daun	Batang	Biji
2	Daun	1	2	3
3	Batang	0.5	1	4
4	Biji	0.33	0.25	1

Sumber: Pakar

Pada kolom C2, D2, dan D3 terdapat nilai yang diperoleh dari pakar untuk perbandingan berpasangan antara dua kriteria. Kolom C2 berisi nilai perbandingan kriteria antara kriteria daun dengan batang. Kolom D2 berisi nilai perbandingan antara kriteria daun dengan biji. Sedangkan kolom D3 berisi nilai perbandingan kriteria antara batang dengan biji.

Kemudian kolom B3, B4, dan C4 merupakan inverse dari kolom C2, D2, dan D3. Contohnya jika pada kolom C2 yang berisi nilai perbandingan antara kriteria daun dengan kriteria batang adalah 2, maka pada kolom B3 yang berisi nilai perbandingan antara kriteria batang dengan daun adalah 0.33.

4.4.2 Melakukan Pengecekan Nilai Konsistensi dengan Perhitungan AHP Konvensional

Pada tahap ini akan dilakukan pengecekan konsistensi dengan menggunakan perhitungan AHP konvensional dengan matriks perbandingan. Tahap-tahap untuk melakukan pengecekan konsistensi tersebut diantaranya:

- a. Menghitung matriks normalisasi perbandingan kriteria.

Setiap elemen dari matriks perbandingan kriteria dibagi dengan jumlah total dari kolomnya. Hasil perhitungan normalisasi matriks ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Normalisasi Matriks Perbandingan Kriteria

No	A	B	C	D	E
1	Kriteria	Daun	Batang	Biji	Jumlah Baris
2	Daun	0.545	0.615	0.375	1,536
3	Batang	0.273	0.308	0.500	1,080
4	Biji	0.182	0.077	0.125	0,384
5	Total Kolom	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000

Normalisasi kolom B2 dilakukan dengan membagi nilai perbandingan kriteria antara kriteria daun yang ada di matriks perbandingan kriteria dengan total kolom pada matriks perbandingan kriteria.

➤ Normalisasi kolom B2 = $\frac{1.00}{1.00+0.5+0.33} = \frac{1.00}{1.833} = 0.545$



Perhitungan yang sama juga berlaku untuk kolom B3, B4, C2, C3, C4, D2, D3 dan D4.

- Jumlah baris daun E2 = 0.545 + 0.615 + 0.375 = 1.536

Perhitungan yang sama juga berlaku untuk kolom E3 dan E4.

- Total kolom daun B5 = 0.545 + 0.273 + 0.182 = 1.0000

Perhitungan yang sama juga berlaku untuk kolom C5, D5, dan E5.

b. Menghitung Nilai Bobot Kriteria

Perhitungan bobot kriteria dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata tiap baris pada matriks yang sudah dinormalisasi. Contoh perhitungan untuk bobot kriteria ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Nilai Bobot Kriteria

	A	B	C	D	E
1	Kriteria	Daun	Batang	Biji	Bobot Kriteria
2	Daun	0.545	0.615	0.375	0.512
3	Batang	0.273	0.308	0.500	0.360
4	Biji	0.182	0.077	0.125	0.128

- Bobot Kriteria Daun E2 = $\frac{0.545+0.615+0.375}{3}$
= 0.512

Perhitungan yang sama juga berlaku untuk kolom E3 dan E4.

c. Menghitung nilai lamda maksimum

Perhitungan lamda maksimum dilakukan dengan mengalikan matriks bobot kriteria dengan matriks perbandingan kriteria. Kemudian, hasil tersebut dibagi dengan bobot kriteria. Rata-rata dari hasil pembagian tersebut merupakan nilai lamda maksimum.

Berikut langkah perhitungan manual dalam menghitung nilai lamda maksimum:

1. Matriks perbandingan berpasangan dikalikan dengan bobot kriteria. Hasil perkalian tersebut dinyatakan sebagai vektor jumlah bobot.

$$\begin{bmatrix} 1.00 & 2.00 & 3.00 \\ 0.50 & 1.00 & 4.00 \\ 0.33 & 0.25 & 1.00 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.512 \\ 0.360 \\ 0.128 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.61596 \\ 1.12776 \\ 0.38859 \end{bmatrix}$$

2. Elemen dari matriks tersebut dibagi dengan elemen yang berpasangan dari bobot prioritas. Hasil tersebut dinyatakan sebagai nilai prioritas.

$$\begin{aligned} \text{Nilai prioritas} &= \left[\frac{1.61596}{0.512}, \frac{1.12776}{0.360}, \frac{0.38859}{0.128} \right] \\ &= [3.1565 \ 3.1314, \ 3.0379] \end{aligned}$$



3. Menghitung rata rata dari nilai-nilai yang ada pada nilai prioritas. Kemudian, hasil tersebut dinyatakan dengan λ_{maks} .

$$\lambda_{maks} = \frac{3.1565 + 3.1314 + 3.0379}{3} = 3.1086$$

- d. Menghitung nilai *Consistency Ratio* (CR).

Proses menghitung nilai CR dilakukan dengan mencari nilai Consistency Index (CI) terlebih dahulu. Perhitungan nilai CI dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.3. Untuk kriteria dengan jumlah 3 maka RI=0.58. Sehingga didapatkan perhitungan sebagai berikut.

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n-1} = \frac{3.1086 - 3}{3-1} = 0.0543$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \text{ dengan } n = 3, \text{ maka RI} = 0.58$$

Selanjutnya melakukan perhitungan nilai CR dengan menggunakan persamaan 5.4 sehingga,

$$CR = \frac{0.0543}{0.58} = 0.093665$$

Menurut Saaty, jika $CR \leq 10\%$ atau $CR \leq 0.1$ maka matriks perbandingan berpasangan tersebut konsisten. Konsisten berarti semua elemen telah dikelompokkan secara homogen dan relasi antara kriteria saling membenarkan secara logis.

4.4.3 Mencari Nilai Matriks Perbandingan Kriteria dengan Skala Fuzzy Tringular Fuzzy Number (TFN)

Pada proses ini matriks perbandingan kriteria dirubah menggunakan skala TFN yang ditunjukkan pada Tabel 2.5. Tiap skala AHP pada fuzzifikasi memiliki 3 nilai yaitu *lower* (*l*), *middle* (*m*), dan *upper* (*u*). Nilai *middle* adalah nilai dari matriks perbandingan kriteria skala 1 hingga 9. Dengan demikian dibuat matriks perbandingan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Matriks perbandingan Fuzzifikasi Kriteria

Kriteria	Daun			Batang			Biji		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
Daun	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	4.00	1.00	3.00	5.00
Batang	0.25	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	4.00	6.00
Biji	0.20	0.33	1.00	1.66	0.25	0.50	1.00	1.00	1.00

4.4.4 Menghitung Matriks Sintesis Fuzzy

Proses menghitung matriks sintesis *fuzzy* dilakukan setelah matriks fuzzifikasi berhasil didapatkan. Sintesis *Fuzzy* dihitung dengan cara mengalikan antara



jumlah nilai fuzzifikasi dalam satu baris untuk tiap variabel (l , m , dan u) dengan invers dari jumlah keseluruhan tiap variabel (l , m , dan u). Jika matriks fuzzy = l , m , u , maka nilai dari fuzzy⁻¹ = $1/u$, m , l .

Contoh perhitungan sintesis fuzzy pada kriteria daun adalah:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^g M_i^j &= \sum_{j=1}^g l_j, \quad \sum_{j=1}^g m_j, \quad \sum_{j=1}^g u_j \\ &= \{(l_1 + l_2 + l_3), \quad (m_1 + m_2 + m_3), \quad (u_1 + u_2 + u_3)\} \\ &= \{(1.00 + 1.00 + 1.00), (1.00 + 2.00 + 4.00), (1.00 + 3.00 + 5.00)\} \\ &= \{3, 6, 10\} \end{aligned}$$

dan seterusnya hingga indeks j yang terakhir. Kemudian dinyatakan:

$$Daun_{i=1}=\{l_1, m_1, u_1\}, Batang_{i=2}=\{l_2, m_2, u_2\}, Biji_{i=3}=\{l_3, m_3, u_3\}$$

dan didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^g M_i^j &= \sum_{j=1}^g C_1^j + \sum_{j=1}^g C_2^j + \sum_{j=1}^g C_3^j \\ &= \sum_{i=1}^h l_i, \quad \sum_{i=1}^h m_i, \quad \sum_{i=1}^h u_i \\ &= \{(l_1 + l_2 + l_3), (m_1 + m_2 + m_3), (u_1 + u_2 + u_3)\} \\ &= \{(3 + 3.25 + 1.36), (6 + 5.5 + 1.58), (10 + 8 + 2.5)\} \\ &= \{7.61, \quad 13.08, \quad 20.5\} \end{aligned}$$

Hasil matriks perhitungan sintesis fuzzy ditunjukkan pada table 4.8

Tabel 4.8 Matriks Perhitungan Sintesis Fuzzy

Kriteria	Daun			Batang			Biji			Jumlah Baris $\sum_{j=1}^g M_i^j$		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Daun	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	4.00	1.00	3.00	5.00	3	6	10
Batang	0.25	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	4.00	6.00	3.25	5.5	8
Biji	0.20	0.33	1.00	1.66	0.25	0.50	1.00	1.00	1.00	1.36	1.58	2.5
Total Jumlah $\sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^g M_i^j$										7.61	13.08	20.5

Selanjutnya dilakukan perhitungan dengan rumus Sintesis Fuzzy (S_i) seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 2.5. Berikut contoh perhitungan sintesis Fuzzy kriteria daun:

$$\begin{aligned} S_i &= \sum_{j=1}^g M_i^j \times [\sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^g M_i^j]^{-1} \\ &= \sum_{j=1}^g l_j, \quad \sum_{j=1}^g m_j, \quad \sum_{j=1}^g u_j \times \frac{1}{\sum_{i=1}^h u_i, \quad \sum_{i=1}^h m_i, \quad \sum_{i=1}^h l_i} \end{aligned}$$

$$= \frac{3}{20.5} , \frac{6}{13.08} , \frac{10}{7.61}$$

$$= 0.1463, \quad 0.4585, \quad 1.3129$$

Keterangan:

M = objek (kriteria / subkriteria)

j = indeks ke-j

i = indeks ke-i

g = jumlah kriteria

h = jumlah kriteria

l = lower bound

m = middle

u = upper bound

Perhitungan menggunakan rumus diatas dilakukan pada semua kriteria, dihasilkan sintesis *fuzzy* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Sintesis Fuzzy

Si			
Kriteria	Daun	Batang	Biji
Daun	0,14634	0,458599	1,31291
Batang	0,15854	0,420382	1,050328
Biji	0,06667	0,121019	0,328228

4.4.5 Menghitung Nilai Vektor dan Ordinat Defuzzifikasi

Setelah mendapatkan sintesis *fuzzy*, akan dicari nilai vektor dan ordinat defuzzifikasi (d') dengan menggunakan Persamaan 2.7 dan 2.8 dimana:

$$M_1 = \{l_1, m_1, u_1\}$$

$$M_2 = \{l_2, m_2, u_2\}$$

$$M_k = \{l_k, m_k, u_k\}$$

Persamaan 2.7 digunakan untuk mencari nilai vektor untuk setiap kriteria terhadap kriteria lain. Berdasarkan Persamaan 2.7, didapatkan rumus sebagai berikut:

- Jika nilai m kriteria A $\geq m$ kriteria B, maka nilai $VSA \geq VSB$ adalah 1.
- Jika nilai l kriteria A $\geq u$ kriteria B, maka nilai $VSA \geq VSB$ adalah 0.
- Jika tidak memenuhi kedua syarat di atas, maka dilakukan perhitungan dengan contoh sebagai berikut:

$$VSDaun \geq VSBatang = \frac{l_2 - u_1}{(m_1 - u_1) - (m_2 - l_2)}$$

$$= \frac{l_{batang} - u_{daun}}{(m_{daun} - u_{daun}) - (m_{batang} - l_{batang})}$$

$$= \frac{0.15854 - 1.3129}{(0.4585 - 1.3129) - (0.4203 - 0.1585)} = 0.9594$$

Perhitungan ini dilakukan untuk setiap kriteria terhadap masing-masing kriteria yang ada. Setelah itu dilakukan pencarian nilai ordinat d' defuzzifikasi menggunakan Persamaan 2.10 untuk tiap-tiap kriteria, contoh perhitungan untuk kriteria biji adalah sebagai berikut:

$$d'(VSDaun) = \min \{(VSDaun \geq VsDaun), (VSBatang \geq VSDaun), (VSBiji \geq VSDaun)\}$$

$$= \min (1, 1, 1)$$

$$= 1$$

Perhitungan ini dilakukan pada tiap-tiap kriteria. Berdasarkan nilai ordinat daun, batang, dan biji, maka dihasilkan hasil nilai vektor dan ordinat defuzzifikasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Nilai Vektor dan Ordinat Defuzzifikasi

Si				Vektor	M2			
Kriteria	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>		VDaun	VBatang	VBiji	
Daun	0,14634	0,4585	1,3129	M1	VDaun	1	0,959439	0,350141
Batang	0,1585	0,4203	1,0503		VBatang	1	1	0,361773
Biji	0,0666	0,1210	0,3282		VBiji	1	1	1
Hasil d' defuzzyfikasi						1	0,959439	0,350141

4.4.6 Normalisasi Bobot Vektor

Selanjutnya dilakukan normalisasi bobot vektor menggunakan Persamaan 2.12 sebagai berikut:

$$W (d'(A_1), d(A_2), d(A_3)) = \frac{d'(VSTDaun), d'(VSBatang), d'(VSBiji)}{d'(VSDaun) + d'(VSBatang) + d'(VSBiji)}$$

$$= \frac{1, 0.959439, 0.350141}{1 + 0.959439 + 0.350141}$$

$$= \frac{1}{2.30958}, \frac{0.959439}{2.30958}, \frac{0.350141}{2.30958}$$

$$= (0.432979, 0.415417, 0.151604)$$

Dan diperoleh bobot kriteria sebagai berikut :

- Daun = 0.432979
- Batang = 0.415417
- Biji = 0.151604

Jika nilai seluruh bobot dijumlahkan maka:

$$\sum_{i=1}^g d'(A_i) = d(A_1) + d(A_2) + d(A_3)$$



$$= 0.432979 + 0.415417 + 0.151604 = 1$$

dimana:

- $d(A_i)$ = ordinat d dari kriteria ke- i (bobot kriteria ke- i)
- i = indeks ke- i
- g = jumlah kriteria

Perhitungan pada sub bab 4.4.1 sampai 4.4.6 digunakan untuk mendapatkan bobot kriteria. Untuk mendapatkan bobot akhir alternatif, perlu dihitung bobot alternatif tiap-tiap kriteria. Langkah-langkah selanjutnya merupakan contoh perhitungan bobot alternatif pada kriteria daun.

4.4.7 Menentukan Matriks Perbandingan Alternatif Kriteria Daun

Langkah pada sub bab 4.4.7 hingga sub bab 4.4.12 dilakukan untuk mencari nilai bobot alternatif untuk tiap kriteria dan dilakukan sebanyak jumlah kriteria yang terdapat di dalam sistem. Pada penelitian ini terdapat tiga kriteria yang diperhitungkan, yakni kriteria daun, batang, dan biji.

Tabel 4.11 Matriks Bobot Gejala

No	Jenis penyakit	Kriteria			Total
		Daun	Batang	Biji	
1	Karat	2.95	0.55	0.20	3.70
2	Target Spot	3.20	0.40	0.60	4.20
3	Hawar Batang	2.05	0.80	0.85	3.70
4	Virus Mozaik	1.15	2.35	0.20	3.70
5	Pustul Bakteri	3.20	0.40	0.60	4.20

Matriks bobot gejala didapatkan berdasarkan jumlah bobot gejala untuk tiap-tiap alternatif terhadap ketiga kriteria. Dalam perhitungan selanjutnya, dibandingkan nilai setiap alternatif kriteria daun menggunakan skala kepentingan satu hingga sembilan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2. Hasil perbandingan tersebut akan membentuk matriks perbandingan berpasangan alternatif yang berbeda-beda untuk setiap masukan gejala dari pengguna. Contoh nilai bobot matriks perbandingan kriteria daun ditunjukkan pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Matriks Perbandingan Kriteria Daun untuk setiap Alternatif

	A	B	C	D	E	F
1	Daun	A1	A2	A3	A4	A5
2	A1	1	9	8	8	9
3	A2	0,111111	1	0,5	0,5	1
4	A3	0,125	2	1	1	2
5	A4	0,125	2	1	1	2
6	A5	0,111111	1	0,5	0,5	1
Total kolom		2.66	1,472222	15	11	11



Keterangan :

A1 : Karat

A2 : Target Spot

A3 : Hawar Batang

A4 : Virus Mozaik

A4 : Pustul Bakteri

4.4.8 Melakukan Pengecekan Konsistensi

Pada tahap ini dicari nilai konsistensi matriks perbandingan berpasangan dari alternatif. Perhitungan nilai konsistensi sama seperti perhitungan pada sub bab 4.4.2, sehingga dihasilkan normalisasi matriks perbandingan alternatif seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Normalisasi Matriks Perbandingan Alternatif

	A	B	C	D	E	F	G
1	Daun	A1	A2	A3	A4	A5	Total Baris
2	A1	0.6792	0.6000	0.7273	0.7273	0.6000	3.3338
3	A2	0.0755	0.0667	0.0455	0.0455	0.0667	0.2997
4	A3	0.0849	0.1333	0.0909	0.0909	0.1333	0.5334
5	A4	0.0849	0.1333	0.0909	0.0909	0.1333	0.5334
6	A5	0.0755	0.0667	0.0455	0.0455	0.0667	0.2997
Total Baris	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	5.0000

a. Menghitung bobot alternatif

Bobot alternatif didapatkan dengan melakukan perhitungan rata-rata nilai normalisasi untuk setiap barisnya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Nilai Bobot Alternatif Non-Fuzzy Kriteria Daun

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Daun	A1	A2	A3	A4	A5	Total Baris	Bobot Alternatif
2	A1	0.6792	0.6000	0.7273	0.7273	0.6000	3.3338	0.6668
3	A2	0.0755	0.0667	0.0455	0.0455	0.0667	0.2997	0.0599
4	A3	0.0849	0.1333	0.0909	0.0909	0.1333	0.5334	0.1067
5	A4	0.0849	0.1333	0.0909	0.0909	0.1333	0.5334	0.1067
6	A5	0.0755	0.0667	0.0455	0.0455	0.0667	0.2997	0.0599
Total Baris	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	5.0000	1.0000

Keterangan :

A1 : Karat

A2 : Target Spot

A3 : Hawar Batang

A4 : Virus Mozaik

A4 : Pustul Bakteri

b. Mencari nilai lamda maksimum

Untuk mendapatkan nilai lamda maksimum dilakukan perhitungan seperti yang dilakukan pada sub bab 4.4.2 dengan menggunakan Persamaan 2.2.

$$\lambda_{maks} = 5.053419$$

c. Mencari nilai Consistency Ratio (CR)

Pada tahap ini juga diberlakukan perhitungan seperti yang dilakukan pada sub bab 4.4.2 dengan menggunakan Persamaan 2.3 dan 2.4.

$$CR = 0.011924$$

Dimana matriks perbandingan kriteria daun termasuk konsisten karena nilai $CR < 0.1$.

4.4.9 Mencari Nilai Matriks Perbandingan Alternatif Menggunakan Skala TFN

Pada tahap ini akan dicari nilai matriks perbandingan alternatif dalam skala TFN dengan cara yang sama seperti pada sub bab 4.4.3. Skala fuzzifikasi yang digunakan adalah seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.3. Hasil transformasi nilai perbandingan alternatif kriteria daun ditunjukkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Nilai Matriks Perbandingan Alternatif Menggunakan Skala TFN

K1	A1			A2			A3			A4			A5		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
A1	1,00	1,00	1,00	7,00	9,00	9,00	6,00	8,00	9,00	6,00	8,00	9,00	7,00	9,00	9,00
A2	0,11	0,11	0,14	1,00	1,00	1,00	0,25	0,50	1,00	0,25	0,50	1,00	1,00	1,00	3,00
A3	0,11	0,13	0,17	1,00	2,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	2,00	4,00
A4	0,11	0,13	0,17	1,00	2,00	4,00	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	4,00
A5	0,11	0,11	0,14	0,33	1,00	1,00	0,25	0,50	1,00	0,25	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00

4.4.10 Menghitung Nilai Sintesis Fuzzy

Dari hasil fuzzifikasi dapat ditentukan nilai sintesis fuzzy dengan menggunakan cara yang diterapkan pada sub bab 4.4.4 dan didapatkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Nilai Akhir Sintesis Fuzzy Daun

K1	$S_i \sum_{j=1}^g M_i^j$		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
A1	27	35	37
A2	2.611111	3.111111	6.142857
A3	4.111111	6.125	12.16667
A4	3.444111	6.125	10.16667



A5	1.944111	3.111111	4.142857
Total $\sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^g M_i^j$	39.11044	53.47222	69.61905

4.4.11 Menghitung Nilai Vektor dan Ordinat Defuzzifikasi

Setelah dilakukan perbandingan nilai sintesis fuzzy, akan dihitung nilai ordinat defuzzifikasi (d') minimum dengan perhitungan yang sama seperti pada sub 4.4.5, dan didapatkan hasil:

$$\begin{aligned}
 W' &= (d'(VSA1), d'(VSA2), d'(VSA3), d'(VSA4), d'(VSA5)) \\
 &= (1, 0, 0, 0, 0)
 \end{aligned}$$

4.4.12 Melakukan Normalisasi Bobot Vektor

Berikut hasil perhitungan normalisasi bobot vektor alternatif kriteria daun menggunakan perhitungan yang sama pada sub bab 4.4.6 pada perhitungan bobot kriteria.

- A1 = 1
- A2 = 0
- A3 = 0
- A4 = 0
- A5 = 0

Perhitungan bobot alternatif juga dilakukan pada kriteria batang dan biji dengan menggunakan cara yang sama seperti perhitungan bobot alternatif pada kriteria daun, sehingga dihasilkan bobot alternatif untuk masing-masing kriteria yang ditunjukkan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Nilai Bobot Alternatif Akhir Semua Kriteria

	Alternatif	Bobot Alternatif Matriks A		
		Daun K1	Batang K2	Biji K3
A1	Karat	1	0.233066	0.176427
A2	Target Spot	0	0.171389	0.176427
A3	Hawar Batang	0	0.252767	0.294294
A4	Virus Mozaik	0	0.171389	0.176427
A5	Pustul Bakteri	0	0.171389	0.176427

Hasil akhir didapat dengan melakukan perhitungan perkalian matriks bobot kriteria dengan matriks bobot alternatif yang menghasilkan *output* berupa ranking alternatif berdasarkan bobot akhir. Bobot kriteria ditunjukkan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Nilai bobot Kriteria

Kriteria	Bobot Kriteria (matriks x)
Daun	0.432979178
Batang	0.415417178
Biji	0.151603645

Dan dilakukan perkalian antara matriks A (bobot alternatif) dan x (bobot kriteria):

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0.233066 & 0.176427 \\ 0 & 0.171389 & 0.176427 \\ 0 & 0.252767 & 0.294294 \\ 0 & 0.171389 & 0.176427 \\ 0 & 0.171389 & 0.176427 \end{bmatrix}, x = \begin{bmatrix} 0.00 \\ 0.277 \\ 0.723 \end{bmatrix}$$

$$= [0.543077, 0.100955, 0.154059, 0.100955, 0.100955]$$

Didapatkan hasil bobot akhir untuk masing-masing alternatif sebagai berikut:

$$A1 = 0.543077$$

$$A2 = 0.100955$$

$$A3 = 0.154059$$

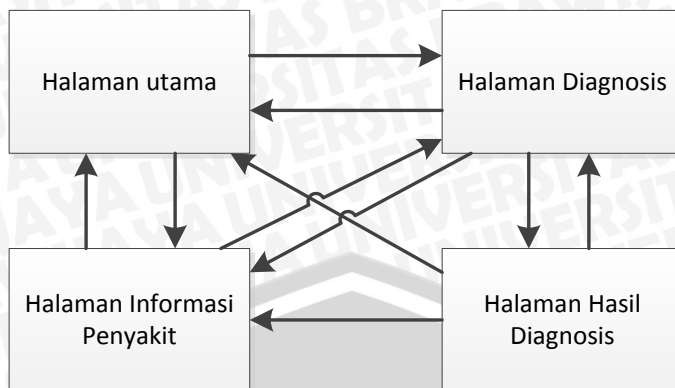
$$A4 = 0.100955$$

$$A5 = 0.100955$$

Dari hasil akhir yang didapat, alternatif pertama yakni penyakit Karat memiliki nilai bobot terbesar, sehingga dapat disimpulkan bahwa perhitungan manual ini menghasilkan nilai keluaran jenis penyakit Karat.

4.5 Antarmuka

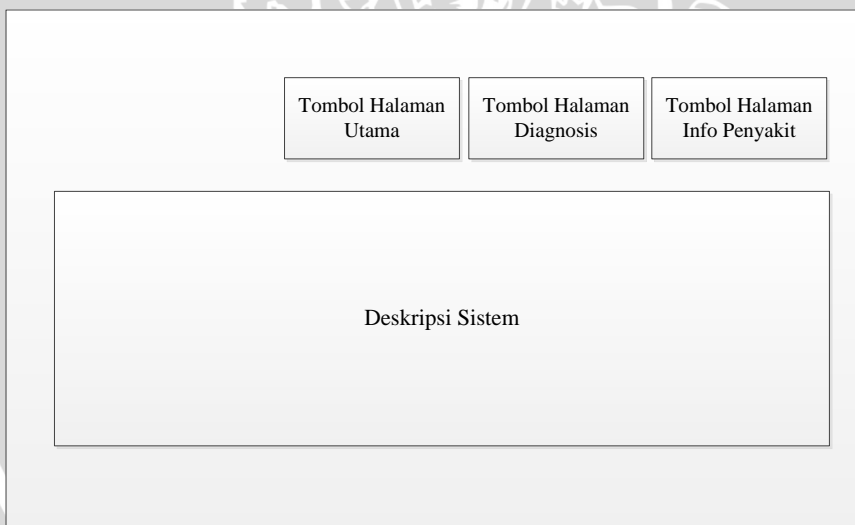
Antarmuka sistem merupakan sarana penghubung dan komunikasi antara pengguna dan sistem. Rancangan dari antarmuka sistem ini digambarkan dengan *sitemap* dan desain antarmuka untuk tiap halaman. Sistem ini dirancang untuk dapat menampilkan halaman utama, halaman informasi penyakit, halaman diagnosis, dan halaman hasil diagnosa. *Sitemap* antarmuka sistem ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.13 Sitemap Antarmuka Sistem

4.5.1 Desain Antarmuka Halaman Utama

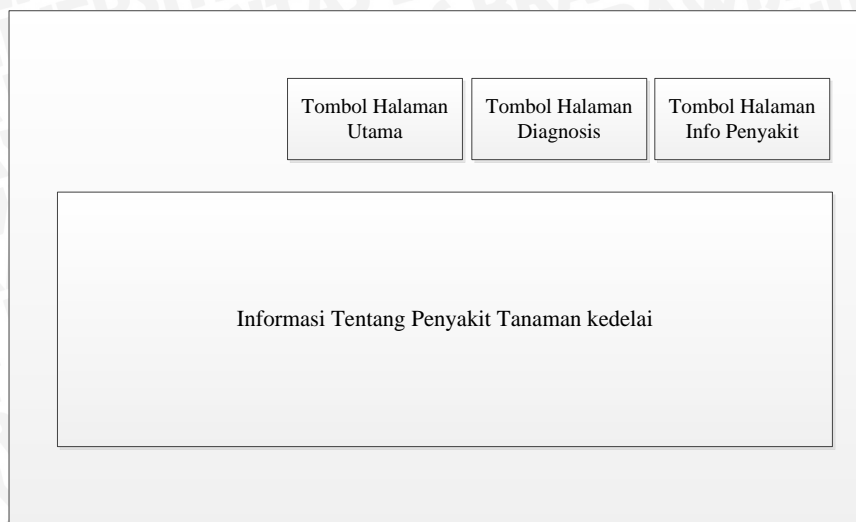
Halaman utama adalah halaman awal yang akan ditampilkan ketika pengguna menggunakan sistem. Pada halaman ini terdapat tiga tombol untuk menuju halaman lain, diantaranya tombol untuk menuju ke halaman utama, halaman diagnosis, dan halaman info penyakit. Selain ketiga tombol tersebut, halam ini juga menampilkan deskripsi tentang sistem. Desain antarmuka halaman utama ditunjukkan pada Gambar 4.13.



Gambar 4.14 Desain Antarmuka Halaman Utama

4.5.2 Desain Antarmuka Halaman Informasi Penyakit

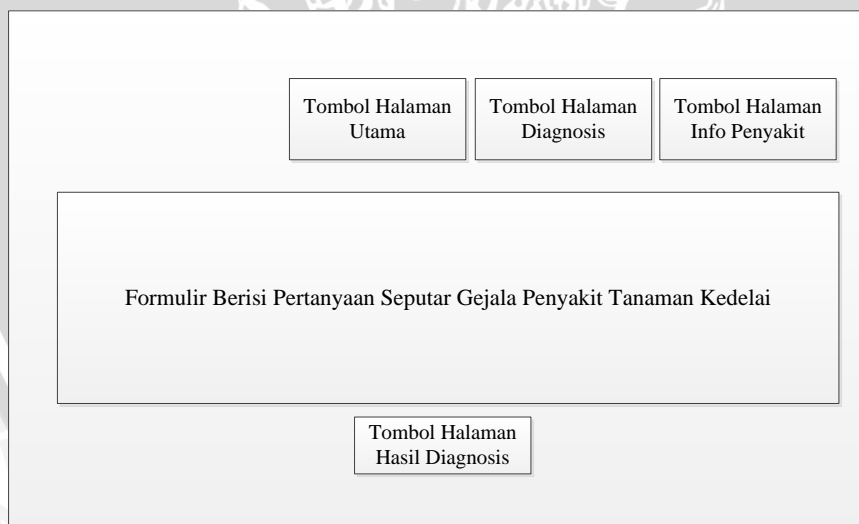
Halaman informasi penyakit berisi tentang informasi tentang penyakit tanaman kedelai meliputi nama, gambar penyakit, gejala, dan solusi penanganan penyakit-penyakit yang termasuk kedam penyakit utama tanaman kedelai. Desain antarmuka halaman informasi penyakit ditunjukkan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.15 Desain Antarmuka Halaman Informasi Penyakit

4.5.3 Desain Antarmuka Halaman Diagnosa

Dalam halaman diagnosa terdapat fomulir yang berisi pertanyaan-pertanyaan tentang gejala penyakit tanaman kedelai. Pada tiap pertanyaan terdapat pilihan jawaban ya atau tidak. Jawaban-jawaban dari pengguna nantinya akan menjadi dasar proses diagnosis penyakit tanaman kedelai yang hasilnya akan ditampilkan pada halaman hasil. Desain antarmuka halaman diagnosa ditunjukkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.16 Perancangan Antarmuka Halaman Diagnosa

4.5.4 Desain Antarmuka Halaman Hasil Diagnosa

Halaman hasil diagnosa akan menampilkan hasil diagnosa penyakit yang didapatkan berdasarkan input pengguna dalam halaman diagnosis. Selain itu, pada halaman ini juga ditampilkan solusi penanganan penyakit serta penjabaran perhitungan menggunakan metode Fuzzy-AHP. Desain antarmuka halaman hasil diagnosa ditunjukkan pada gambar 4.16.



Gambar 4.17 Desain Antarmuka Halaman Hasil Diagnosa

4.5.5 Desain Pengujian

Terdapat dua pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini, diantaranya pengujian fungsionalitas dan akurasi. Pengujian fungsionalitas dibuat untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat telah sesuai dengan kebutuhan-kebutuhan yang telah ditentukan. Terdapat empat skenario pengujian fungsionalitas dalam penelitian ini. Skenario pengujian fungsionalitas dintunjukkan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Skenario Pengujian Fungsionalitas

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan
1.	Mengklik tombol “informasi penyakit” pada halaman utama.	Sistem menampilkan halaman informasi penyakit.
2.	Mengklik tombol “diagnosa” pada halaman utama.	Sistem menampilkan halaman diagnosa.
3.	Mengisi formulir diagnosa , kemudian mengklik “diagnosa” pada halaman diagnosa.	Sistem menampilkan halaman hasil diagnosa dengan menyertakan jenis penyakit, cara penanggulangan, dan hasil perhitungan dengan akurat.
4.	Mengklik tombol “diagnosa” tanpa mengisi formulir diagnosa pada halaman diagnosa	Sistem menampilkan halaman hasil diagnosa dengan memberikan keterangan bahwa tanaman kedelai bebas penyakit.

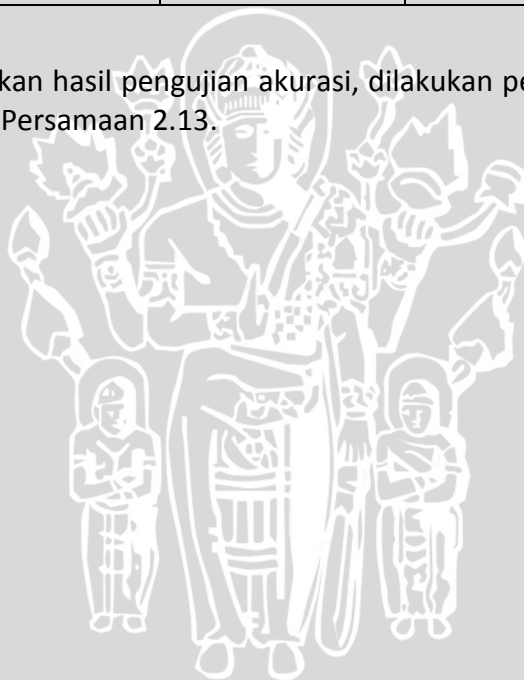
4.	Mengklik tombol “Halaman Utama”.	Sistem menampilkan halaman utama.
----	----------------------------------	-----------------------------------

Pengujian yang selanjutnya adalah pengujian akurasi. Pengujian ini dibuat untuk membandingkan antara hasil diagnosa sistem dengan hasil diagnosa pakar. Contoh pengujian akurasi ditunjukkan pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Contoh Pengujian Akurasi

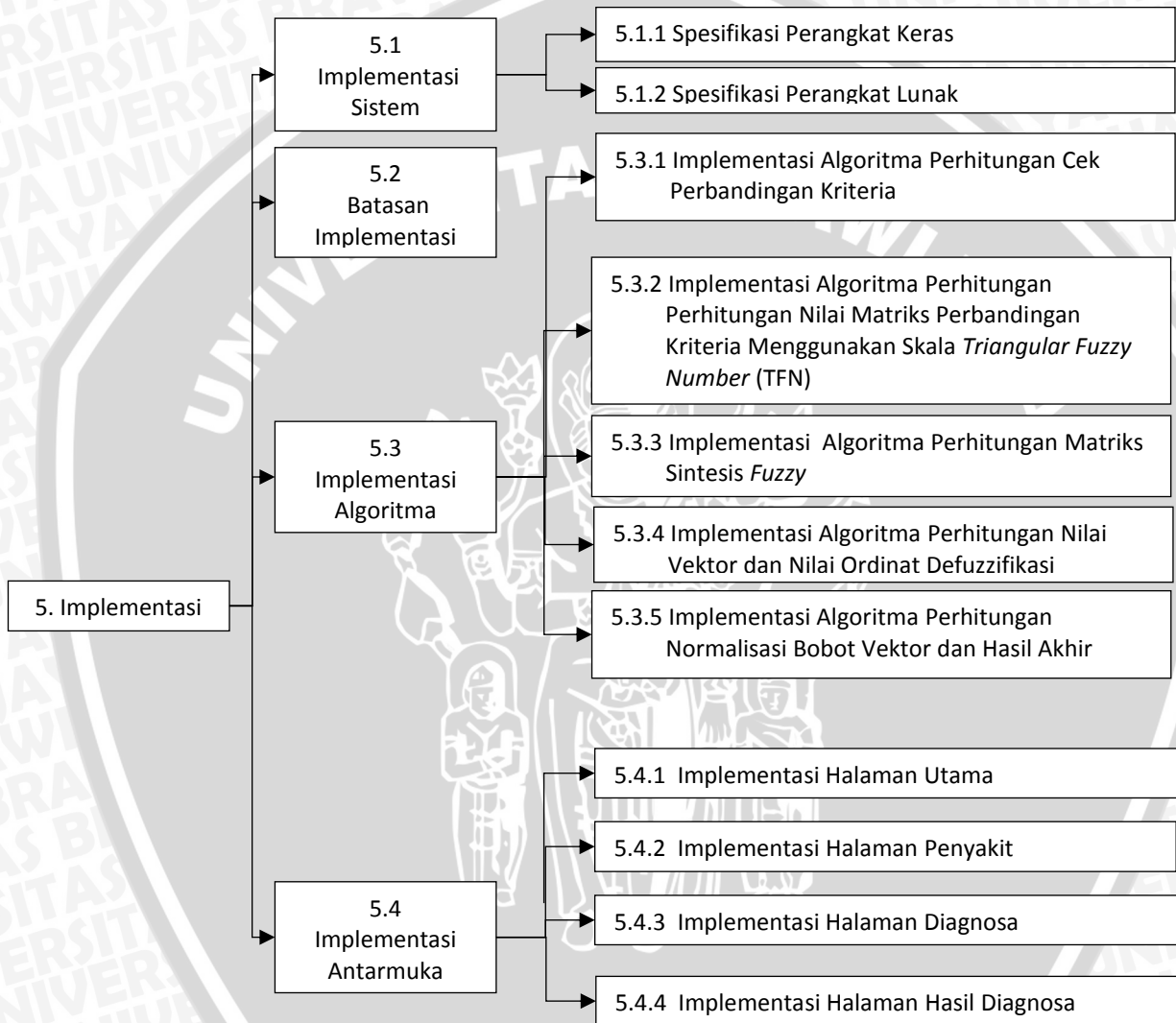
No	Gejala	Hasil Sistem	Hasil Pakar	Akurasi Hasil
1	- Daun menguning - Warna daun hijau pekat dan mengkilat	Virus mozaik	Virus Mozaik	1
2	- Daun keriput - Buah mengering dan keriput	Downey Mildew	Pustul Bakteri	0

Kemudian berdasarkan hasil pengujian akurasi, dilakukan perhitungan akurasi dengan menggunakan Persamaan 2.13.



BAB 5 IMPLEMENTASI

Bab ini membahas tentang implementasi perangkat lunak, pembahasan terdiri dari penjelasan spesifikasi sistem, batasan implementasi, implementasi algoritma, dan implementasi antarmuka. Secara garis besar bab implementasi ditunjukkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Diagram Pohon Implementasi

5.1 Implementasi Sistem

Hasil dari proses analisa kebutuhan dan perancangan perangkat lunak yang telah dijelaskan pada Bab 4 menjadi acuan pada proses implementasi sistem. Spesifikasi perangkat yang dibutuhkan oleh sistem terdiri dari spesifikasi perangkat keras dan spesifikasi perangkat lunak.

5.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Sistem ini menggunakan perangkat komputer dengan spesifikasi perangkat keras seperti Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Nama Komponen	Spesifikasi
Prosesor	<i>Intel® Core™ i3-2350M CPU@2.30GHz</i>
Memori	4096 MB
Kartu Grafis	NVIDIA Geforce 540m 2GB
Harddisk	500 GB

5.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Sistem ini juga menggunakan perangkat komputer dengan spesifikasi perangkat lunak seperti pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Nama	Spesifikasi
Sistem operasi	Microsoft Windows 7 64-bit
Bahasa pemrograman	PHP
<i>Tools</i> Pemrograman	Netbeans IDE 7.3

5.2 Batasan Implementasi

Berikut merupakan batasan implementasi pada sistem diagnosa penyakit tanaman kedelai :

- Sistem dibangun berbasis web dengan menggunakan bahasa pemrograman *PHP*.
- Metode yang digunakan untuk mendiagnosa penyakit menggunakan metode *Fuzzy-AHP*
- Input dalam sistem ini menggunakan parameter gejala dari kondisi daun, batang, dan biji.
- Output berupa hasil perangkaian dari perhitungan metode *Fuzzy AHP*
- Sistem ini melakukan diagnosa 5 jenis penyakit tanaman kedelai berdasarkan 16 gejala penyakit tanaman kedelai.

5.3 Implementasi Algoritma

Implementasi algoritma dilakukan berdasarkan pada sub bab proses algoritma Fuzzy-AHP yang terdapat pada sub bab perancangan proses pada bab perancangan. Pada sub bab tersebut telah dijelaskan mengenai 5 proses utama yang dijalankan saat melakukan perhitungan metode Fuzzy-AHP. Proses-proses tersebut diantaranya mencari nilai *Consistency Ratio* (CR), menghitung nilai matriks perbandingan kriteria menggunakan skala *Tringular Fuzzy Number* (TFN), menghitung matriks sistesis *fuzzy*, menghitung nilai vektor dan nilai ordinat defuzzifikasi, dan melakukan normalisasi nilai bobot vektor.

5.3.1 Implementasi Algoritma Proses Perhitungan Cek Konsistensi Perbandingan Kriteria

Dalam proses ini dilakukan pengecekan kosistensi dari matriks perbandingan kriteria yang telah ditentukan oleh pakar. Matriks dikatakan konsisten jika nilai CR lebih kurang dari 0,1. Pengecekan tersebut dilakukan dengan metode AHP konvensional.

a. Implementasi Algoritma Perhitungan Normalisasi Perbandingan Kriteria

Implementasi algoritma normalisasi terhadap matriks perbandingan berpasangan kriteria dilakukan dengan cara membagi tiap elemen matriks perbandingan dengan total tiap kolomnya seperti ditunjukkan pada Gambar 5.2

```
1 //Matriks Perbandingan
2 $mpdaundaun=1;$mpdaunbatang=5;$mpdaunbiji=7;
3 $mpbatangdaun=0.2;$mpbatangbatang=1;$mpbatangbiji=3;
4 $mpbijidaun=0.143;$mpbijibatang=1/3;$mpbijibiji=1;
5 $totalmpdaun=$mpdaundaun+$mpbatangdaun+$mpbijidaun;
6 $totalmpbatang=$mpdaunbatang+$mpbatangbatang+$mpbijibatang;
7 $totalmpbiji=$mpdaunbiji+$mpbatangbiji+$mpbijibiji;
8
9 //Normalisasi
10 $normmpdd=$mpdaundaun/$totalmpdaun;
11 $normmpdb=$mpdaunbatang/$totalmpbatang;
12 $normmpdi=$mpdaunbiji/$totalmpbiji;
13 $normmpbd=$mpbatangdaun/$totalmpdaun;
14 $normmpbb=$mpbatangbatang/$totalmpbatang;
15 $normmpbi=$mpbatangbiji/$totalmpbiji;
16 $normmpid=$mpbijidaun/$totalmpdaun;
17 $normmpib=$mpbijibatang/$totalmpbatang;
18 $normmpi=$mpbijibiji/$totalmpbiji;
```

Gambar 5.2 Implementasi Perhitungan Normalisasi Perbandingan Kriteria

Penjelasan algoritma proses seleksi alternatif obat perawatan kulit wajah pada Gambar 5.2 adalah sebagai berikut :

1. Pada baris ke-1 hingga ke-4 merupakan matriks perbandingan.
2. Pada baris ke-5 hingga ke-7 merupakan penjumlahan tiap kolom matriks.
3. Pada baris ke-10 hingga ke-18 merupakan proses membagi tiap nilai di dalam matriks dengan total kolom matriks.

b. Implementasi Algoritma Perhitungan Bobot Kriteria

Bobot kriteria diperoleh dengan cara mencari nilai rata-rata setiap baris pada matriks ternormalisasi. Pada Gambar 5.3 merupakan implementasi dari algoritma perhitungan bobot kriteria.

```

1 //Bobot Kriteria
2 $bkdaunawal=($normmpdd+$normmpdb+$normmpdi)/3;
3 $bkbatangawal=($normmpbd+$normmpbb+$normmpbi)/3;
4 $bkbiujiawal=($normmpid+$normmpib+$normmpii)/3;

```

Gambar 5.3 Implementasi Algoritma Perhitungan Bobot Kriteria

Pada baris ke-3 sampai ke-5 merupakan perhitungan bobot kriteria yaitu dengan penjumlahan setiap baris lalu dibagi dengan jumlah kriteria yang ada.

c. Implementasi Algoritma Perhitungan Nilai Lamda Maksimum

Nilai lamda maksimum diperoleh dari perkalian matriks antara bobot kriteria dengan matriks perbandingan kriteria lalu hasil dari perkalian tersebut dibagi dengan bobot kriteria dan dicari nilai rata-rata dari hasil bagi tersebut yang ditunjukkan pada Gambar 5.4.

```

1 //A.X/Bobot
2 $axbdaun=(($mpdaundaun*$bkdaunawal)+($mpdaunbatang*$bkbatangawal)+
3 ($mpdaunbiuji*$bkbiujiawal))/bkdaunawal;
4 $axbbatang=(($mpbatangdaun*$bkdaunawal)+($mpbatangbatang*$bkbatang
5 awal)+($mpbatangbiuji*$bkbiujiawal))/bkbatangawal;
6 $axbbiuji=(($mpbiujidaun*$bkdaunawal)+($mpbiujibatang*$bkbatangawal)+
7 ($mpbiujibiuji*$bkbiujiawal))/bkbiujiawal;
8
9 //Lamda Maks
10 $lmaxawal=($axbdaun+$axbbatang+$axbbiuji)/3;

```

Gambar 5.4 Implementasi Algoritma Perhitungan Nilai Lamda Maksimum

Penjelasan algoritma pada Gambar 5.4 adalah sebagai berikut:

1. Pada baris ke-1 hingga ke-7 merupakan perkalian matriks antara bobot kriteria dengan matriks perbandingan kriteria.
2. Pada baris ke-10 merupakan perhitungan lamda maksimum.

d. Implementasi Algoritma Perhitungan Nilai Consistency Ratio (CR)

Proses perhitungan nilai CR adalah dengan cara pembagian antara nilai Consistency Index (CI) dengan RI. Nilai CI diperoleh dengan cara lamda maksimum dikurangkan dengan jumlah kriteria lalu hasil dari pengurangan tersebut dibagi dengan jumlah kriteria dikurangkan 1. Untuk kriteria dengan jumlah 3 maka nilai RI adalah 0,58. Implementasi algoritma perhitungan nilai CR ditunjukkan pada Gambar 5.5.

```

1 //CI
2 $sciawal=($lmaxawal-3)/(3-1);
3
4 //CR
5 $scrawal=$sciawal/0.58;

```

Gambar 5.5 Implementasi Algoritma Perhitungan Nilai Consistency Ratio (CR)

5.3.2 Implementasi Algoritma Perhitungan Nilai Matriks Perbandingan Kriteria Menggunakan Skala Triangular Fuzzy Number (TFN)

Pada proses ini matriks perbandingan berpasangan kriteria ditransformasikan menggunakan skala TFN. Implementasi algoritma proses penentuan bobot kepentingan terdapat pada Gambar 5.6.

```
1 //TFN Daun Fuzzifikasi
2 $fuzc11=1;$fuzd11=1;$fuze11=1;
3 $fuzc12=1/7;$fuzd12=1/5;$fuze12=1/3;
4 $fuzc13=1/9;$fuzd13=1/7;$fuze13=1/5;
5
6 //TFN batang Fuzzifikasi
7 $fuzf11=3;$fuzg11=5;$fuzh11=7;
8 $fuzf12=1;$fuzg12=1;$fuzh12=1;
9 $fuzf13=1/5;$fuzg13=1/3;$fuzh13=1;
10
11 //TFN biji Fuzzifikasi
12 $fuzi11=5;$fuzj11=7;$fuzk11=9;
13 $fuzi12=1;$fuzj12=3;$fuzk12=5;
14 $fuzi13=1;$fuzj13=1;$fuzk13=1;
```

Gambar 5.6 Implementasi Algoritma Perhitungan Nilai Matriks Perbandingan Kriteria Menggunakan Skala Triangular Fuzzy Number (TFN)

Pada baris ke-1 hingga pada baris ke-14 merupakan implementasi untuk perubahan dari matriks perbandingan kriteria menggunakan skala TFN berdasarkan Tabel 2.5.

5.3.3 Implementasi Algoritma Implementasi Algoritma Perhitungan Matriks Sintesis Fuzzy

Nilai sintesis *Fuzzy* dari setiap alternatif dihitung dengan cara jumlah nilai fuzzifikasi dalam satu baris untuk tiap variabel (l , m , dan u) dikalikan dengan invers dari jumlah keseluruhan tiap variabel (l , m , dan u). Jika matriks fuzzy = l , m , u , maka nilai dari fuzzy⁻¹ = $1/u$, m , l . Berikut algoritma perhitungan matriks sintesis *fuzzy* yang ditunjukkan pada Gambar 5.7.


```

1 //Jumlah TFN fuzzifikasi
2 $fuzl11=$fuzc11+$fuzf11+$fuzi11;
3 $fuzm11=$fuzd11+$fuzg11+$fuzj11;$fuzn11=$fuze11+$fuzh11+$fuzk11;
4 $fuzl12=$fuzc12+$fuzf12+$fuzi12;
5 $fuzm12=$fuzd12+$fuzg12+$fuzj12;$fuzn12=$fuze12+$fuzh12+$fuzk12;
6 $fuzl13=$fuzc13+$fuzf13+$fuzi13;
7 $fuzm13=$fuzd13+$fuzg13+$fuzj13;$fuzn13=$fuze13+$fuzh13+$fuzk13;
8
9 //Total Jumlah TFN Fuzzifikasi
10 $fuzl14=$fuzl11+$fuzl12+$fuzl13;
11 $fuzm14=$fuzm11+$fuzm12+$fuzm13;
12 $fuzn14=$fuzn11+$fuzn12+$fuzn13;
13
14 //Sintesis Fuzzy Fuzzifikasi
15 $fuzc19=$fuzl11/$fuzn14;$fuzd19=$fuzm11/$fuzm14;
16 $fuzc20=$fuzl12/$fuzn14;$fuzd20=$fuzm12/$fuzm14;
17 $fuzc21=$fuzl13/$fuzn14;$fuzd21=$fuzm13/$fuzm14;
18 $fuzc22=$fuzl14/$fuzn14;$fuzd22=$fuzm14/$fuzm14;
19 $fuzc23=$fuzd19/$fuzc22;$fuzd23=$fuzd20/$fuzc22;
20 $fuzc24=$fuzd21/$fuzc22;$fuzd24=$fuzd21/$fuzc22;

```

Gambar 5.7 Implementasi Algoritma Nilai Konsisten Menggunakan Perhitungan AHP

Penjelasan algoritma nilai konsisten menggunakan perhitungan AHP pada Gambar 5.7 adalah sebagai berikut :

1. Pada baris ke-1 hingga ke-7 merupakan cara mencari jumlah dari nilai l, m, u dari setiap alternatif.
2. Pada baris ke-10 sampai ke-12 merupakan cara mencari jumlah dari seluruh nilai l, m, u .
3. Pada baris ke-15 sampai ke-20 merupakan cara mencari nilai sintesis fuzzy.

5.3.4 Implementasi Algoritma Perhitungan Nilai Vektor dan Nilai Ordinat Defuzzifikasi

Setelah dilakukan perbandingan nilai sintesis fuzzy akan diperoleh nilai vektor dan ordinat defuzzifikasi (d') minimum. Berikut implementasi algoritma perhitungan nilai vektor dan nilai ordinat defuzzifikasi. Implementasi algoritma proses penentuan matriks keputusan terdapat pada Gambar 5.8.

```

1 //Normalisasi Fuzzifikasi
2 //kolom daun
3 $fuzc27=1;
4
5 if($fuzd19>=$fuzd20)$fuzc28=1;
6 elseif($fuzc20>=$fuzc19)$fuzc28=0;
7 else $fuzc29=((($fuzc20-$fuzc19)/((($fuzd19-$fuzc19)-($fuzd20-$fuzc20))));
8
9
10 if($fuzd19>=$fuzd21)$fuzc29=1;
11 elseif($fuzc21>=$fuzc19)$fuzc29=0;
12 else $fuzc29=((($fuzc21-$fuzc19)/((($fuzd19-$fuzc19)-($fuzd21-$fuzc21))));
13
14
15 //kolom batang

```



```

16  if ($fuzd20>=$fuzd19) $fuzd27=1;
17  elseif ($fuzc19>=$fuze20) $fuzd27=0;
18  else $fuzd27=(($fuzc19-$fuze20)/((($fuzd20-$fuze20)-($fuzd19-
19  $fuzc19)));
20
21  $fuzd28=1;
22
23  if ($fuzd20>=$fuzd21) $fuzd29=1;
24  elseif ($fuzc21>=$fuze20) $fuzd29=0;
25  else $fuzd29=(($fuzc21-$fuze20)/((($fuzd20-$fuze20)-($fuzd21-
26  $fuzc21)));
27
28  //kolom biji
29  if ($fuzd21>=$fuzd19) $fuze27=1;
30  elseif ($fuzc19>=$fuze21) $fuze27=0;
31  else $fuze27=(($fuzc19-$fuze21)/((($fuzd21-$fuze21)-($fuzd19-
32  $fuzc19)));
33
34  if ($fuzd21>=$fuzd19) $fuze28=1;
35  elseif ($fuzc19>=$fuze21) $fuze28=0;
36  else $fuze28=(($fuzc20-$fuze21)/((($fuzd21-$fuze21)-($fuzd20-
37  $fuzc20)));
38
39  $fuze29=1;
40
41  //d'Defuzzifikasi
42
43  $fuzc30=min($fuzc27,$fuzc28,$fuzc29);
44  $fuzd30=min($fuzd27,$fuzd28,$fuzd29);
45  $fuze30=min($fuze27,$fuze28,$fuze29);
46
47

```

Gambar 5.8 Implementasi Algoritma Perhitungan Nilai Vektor dan Nilai Ordinat Defuzzifikasi

Penjelasan algoritma proses penentuan bobot kepentingan pada Gambar 5.8 adalah sebagai berikut :

1. Pada baris ke-1 hingga ke-39 merupakan algoritma mencari nilai vektordan nilai ordinat pada kriteria daun, batang, dan biji.
2. Cek jika nilai *middle* pada kriteria kedua lebih besar atau sama dengan nilai *middle* pada kriteria pertama maka nilai vektor adalah 1. Langkah ini ditunjukkan pada baris ke-5.
3. Cek jika nilai *lower* pada kriteria pertama lebih besar atau sama dengan nilai *upper* pada kriteria kedua maka nilai vektor adalah 0. Langkah ini ditunjukkan pada baris ke-6.
4. Jika tidak memenuhi kedua syarat tersebut di atas maka nilai vektor dihitung menggunakan rumus yang telah ditentukan. Langkah ini ditunjukkan pada baris ke-7 dan ke-8.
5. Tahap ke 2 hingga 4 dilakukan pada setiap nilai sitensis fuzzy pada setiap kriteria.
6. Pada baris ke 43 hingga 45 dilakukan pencaria niai defuzzifikasi.



5.3.5 Implementasi Algoritma Perhitungan Normalisasi Bobot Vektor dan Hasil Akhir

Normalisasi nilai bobot vektor diperoleh dari menghitung tiap elemen bobot vektor dibagi dengan jumlah bobot vektor itu sendiri. Jumlah bobot normalisasi adalah bernilai 1. Implementasi algoritma proses normalisasi matriks keputusan terdapat pada Gambar 5.9.

```
1 //total d'defuzzifikasi
2 $fuzf30=$fuzc30+$fuzd30+$fuze30;
3
4 //Normalisasi/Bobot Kriteria
5 $bkdaun=$fuzc30/$fuzf30;
6 $bkbatang=$fuzd30/$fuzf30;
7 $bkbiji=$fuze30/$fuzf30;
8
9 //hasil akhir bobot alternatif
10 $a1=($bobota1daun*$bkdaun)+($bobota1batang*$bkbatang)+($bobota1biji*
11 $bkbiji);
12 $a2=($bobota2daun*$bkdaun)+($bobota2batang*$bkbatang)+($bobota2biji*
13 $bkbiji);
14 $a3=($bobota3daun*$bkdaun)+($bobota3batang*$bkbatang)+($bobota3biji*
15 $bkbiji);
16 $a4=($bobota4daun*$bkdaun)+($bobota4batang*$bkbatang)+($bobota4biji*
17 $bkbiji);
18 $a5=($bobota5daun*$bkdaun)+($bobota5batang*$bkbatang)+($bobota5biji*
19 $bkbiji);
20
21 $hasil=max($a1,$a2,$a3,$a4,$a5);
22
23
24 if($hasil==$a1){$penyakit='Antraknosa';
25 $solusi='Solusi khusus yang dapat dilakukan adalah menjaga
26 kebersihan lapangan dengan memusnahkan bagian tanaman yang
27 terserang antraknosa<br>beserta gulma-gulma yang dapat menjadi
28 inang cendawan dan juga melakukan penyemprotan fungisida.';
29 $gambar='a2';}
30 if($hasil==$a2){$penyakit='Bercak Daun Cercospora';
31 $solusi='Solusi khusus yang dapat dilakukan adalah dengan
32 mengambil dan membakar daun yang berguguran dan memberi fungisida
33 pada tanaman yang terserang.';
34 $gambar='a1';}
35 if($hasil==$a3){$penyakit='Penyakit Kerupuk';
36 $solusi='Solusi khusus untuk penyakit ini adalah pemupukan secara
37 berimbang dengan 150-200 kg Urea, 100-150 kg TSP, 450-500 kg Za,
38 100-150 KCL, dan 20-30 ton pupuk organik untuk tiap hektar.';
39 $gambar='a4';}
40 if($hasil==$a4){$penyakit='Virus Gemini / Penyakit Kuning';
41 $solusi='Solusi khusus yang dapat dilakukan ialah pencabutan
42 tanaman yang terserang sedini mungkin, penyemprotan insektisida,
43 dan disinfeksi alat-alat potong.<br>Penggunaan mulsa plastik perak
44 juga dapat mengendalikan vektor penyakit ini, menanam tanaman
45 pagar<br>dan mengurung persemaian menggunakan kasa agar tanaman
46 kedap serangga vektor.';
47 $gambar='a3';}
48 if($hasil==$a5){$penyakit='Virus Gemini / Penyakit Kuning';
49 $solusi='Solusi khusus yang dapat dilakukan ialah pencabutan
50 tanaman yang terserang sedini mungkin, penyemprotan insektisida,
```

51	dan disinfeksi alat-alat potong. Penggunaan mulsa plastik perak
52	juga dapat mengendalikan vektor penyakit ini, menanam tanaman
53	pagar dan mengurung persemaian menggunakan kasa agar tanaman
54	kedap serangga vektor.';
55	\$gambar='a5';} ?>

Gambar 5.9 Implementasi Algoritma Perhitungan Normalisasi Bobot Vektor

Penjelasan algoritma pada Gambar 5.7 adalah sebagai berikut:

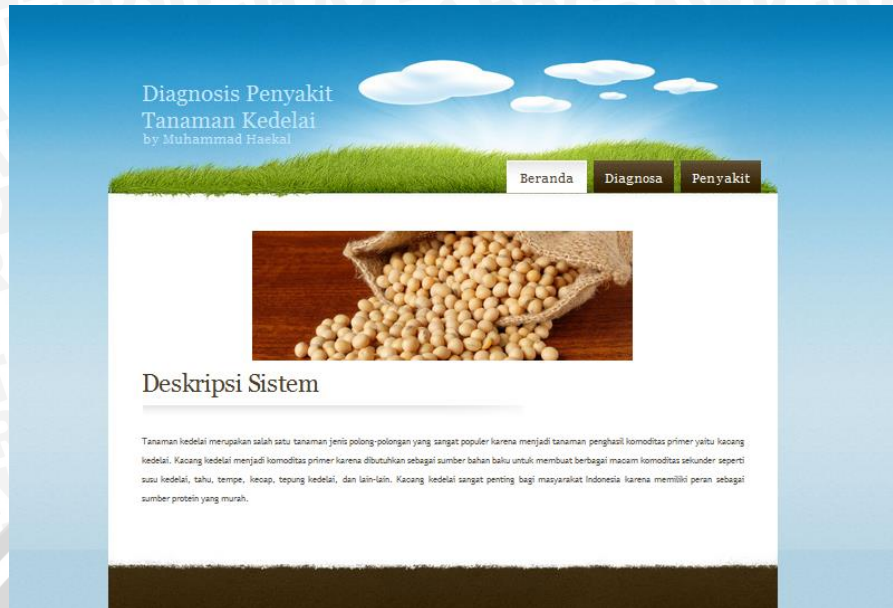
1. Pada baris ke-1 hingga ke-7 dilakukan normalisasi bobot akhir kriteria.
2. Pada baris ke-10 hingga ke-19 dilakukan perkalian antara bobot kriteria alternatif yang telah dinormalisasi dengan bobot kriteria awal sehingga didapatkan hasil akhir.
3. Hasil akhir didapat dengan cara dipilih nilai tertinggi dari perkalian bobot kriteria setiap alternatif dengan bobot kriteria awal.
4. Pada baris ke-21 hingga ke-55 akan menampilkan hasil diagnosa beserta gambar dan cara penanggulangan penyakit.

5.4 Implementasi Antarmuka

Antarmuka aplikasi sistem ini digunakan oleh pengguna untuk berinteraksi dengan sistem perangkat lunak. Pada implementasi antarmuka terdiri dari implementasi antarmuka halaman utama, halaman diagnosa, halaman informasi penyakit, dan halaman hasil diagnosa.

5.4.1 Implementasi Antarmuka Halaman Utama

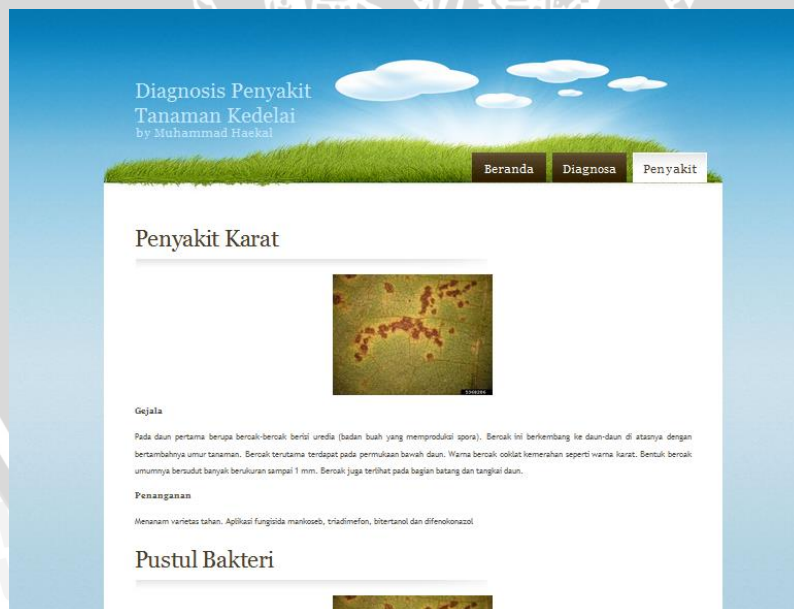
Halaman utama merupakan halaman awal aplikasi sistem ini. Halaman ini terdiri dari tiga tombol utama yaitu beranda, diagnosa, dan penyakit. Sistem ini tidak menggunakan autentifikasi untuk menggunakannya jadi pengguna langsung bisa mengakses aplikasi sistem ini dan langsung menggunakannya. Implementasi antarmuka halaman utama terdapat pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Implementasi Antarmuka Halaman Utama

5.5 Implementasi Antarmuka Halaman Penyakit

Halaman penyakit merupakan halaman yang berisi tentang informasi penyakit pada tanaman kedelai. Pada halaman ini terdapat informasi tentang seluruh penyakit beserta foto dan cara penanggulangannya. Implementasi antarmuka halaman informasi terdapat pada Gambar 5.11.

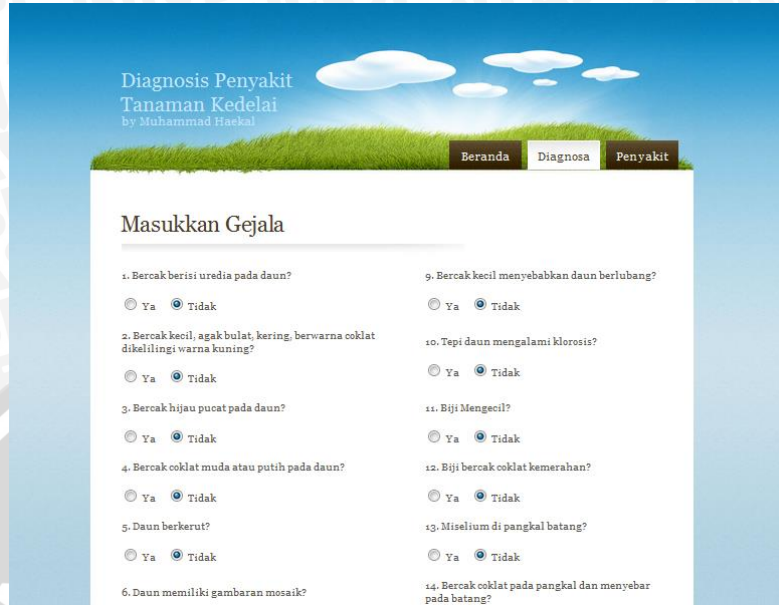


Gambar 5.11 Implementasi Antarmuka Halaman Informasi

5.6 Implementasi Antarmuka Halaman Diagnosa

Halaman diagnosa merupakan halaman yang berisi mengenai pertanyaan-pertanyaan yang diajukan seputar gejala pada tanaman kedelai.

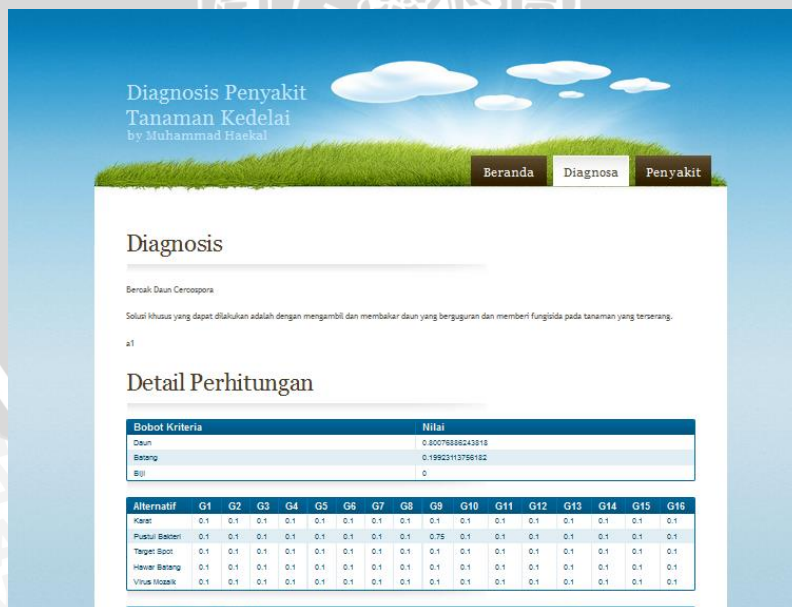
Pertanyaan ini yang nantinya digunakan sebagai pertimbangan diagnosa penyakit. Implementasi antarmuka halaman utama terdapat pada Gambar 5.12



Gambar 5.12 Implementasi Antarmuka Halaman Diagnosa

5.7 Implementasi Antarmuka Halaman Hasil Diagnosa

Halaman Hasil diagnosa merupakan halaman yang diakses setelah menjawab pertanyaan yang diajukan oleh aplikasi sistem ini. Pada halaman ini ditampilkan pertimbangan mengapa aplikasi dapat menyimpulkan suatu penyakit. Implementasi antarmuka halaman hasil diagnosa terdapat pada Gambar 5.13



Gambar 5.13 Implementasi Antarmuka Halaman Hasil Diagnosa

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini akan dibahas mengenai proses pengujian sistem diagnosa penyakit tanaman kedelai. Proses pengujian dibagi menjadi dua tahapan yaitu pengujian fungsionalitas dan pengujian akurasi. Diagram alir proses pengujian dan analisa ditunjukkan pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1 Diagram Pohon Pengujian dan Analisa

6.1 Pengujian Fungsionalitas

Proses skenario pengujian yang pertama adalah pengujian fungsionalitas. Pengujian fungsionalitas dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibangun sesuai dengan daftar kebutuhan sistem yang telah dibuat sebelumnya. Daftar kebutuhan sistem yang menjadi acuan dalam tahap pengujian fungsionalitas ini ditunjukkan pada Tabel 4.19. Dalam tabel tersebut terdapat daftar kebutuhan yang akan diuji dengan pengujian fungsionalitas untuk mengetahui kesesuaian antara sistem yang telah dibuat dengan daftar kebutuhan yang telah dibuat.

Tabel 4.19 Skenario Pengujian Fungsionalitas

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan
1.	Mengklik tombol “informasi penyakit” pada halaman utama.	Sistem menampilkan halaman informasi penyakit.
2.	Mengklik tombol “diagnosa” pada halaman utama.	Sistem menampilkan halaman diagnosa.

3.	Mengisi formulir diagnosa , kemudian mengklik “diagnosa” pada halaman diagnosa.	Sistem menampilkan halaman hasil diagnosa dengan menyertakan jenis penyakit, cara penanggulangan, dan hasil perhitungan dengan akurat.
4.	Mengklik tombol “diagnosa” tanpa mengisi formulir diagnosa pada halaman diagnosa	Sistem menampilkan halaman hasil diagnosa dengan memberikan keterangan bahwa tanaman kedelai bebas penyakit.
5.	Mengklik tombol “Halaman Utama”.	Sistem menampilkan halaman utama.

6.1.1 Skenario Pengujian Fungsionalitas

Skenario pengujian fungsionalitas berisikan tentang tujuan, prosedur, dan hasil akhir yang didapat dari pengujian fungsionalitas.

6.1.1.1 Tujuan Pengujian Fungsionalitas

Tujuan dari pengujian fungsionalitas adalah untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibangun sudah sesuai dengan daftar kebutuhan yang telah ditentukan sebelumnya.

6.1.1.2 Prosedur Pengujian Fungsionalitas

Prosedur pengujian fungsionalitas dibuat dengan cara membuat kasus uji dari setiap daftar kebutuhan yang ada pada Tabel 4.19. Tiap-tiap kasus uji memiliki nama kasus uji, tujuan pengujian, prosedur pengujian, dan hasil yang diharapkan. Kasus uji yang akan digunakan dalam pengujian fungsionalitas adalah sebagai berikut:

a. Kasus Uji Informasi Penyakit

Kasus uji informasi penyakit merupakan kasus uji yang dibuat untuk melakukan pengujian fungsionalitas proses menampilkan informasi penyakit. Kasus uji informasi penyakit ditunjukkan pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Kasus Uji Informasi Penyakit

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Informasi Penyakit
Tujuan Pengujian	Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat menampilkan halaman informasi penyakit dengan baik.
Prosedur Uji	1. Pengguna membuka halaman utama 2. Pengguna mengklik tombol “Informasi Penyakit” yang terdapat pada menu
Hasil yang diharapkan	Sistem dapat menampilkan halaman informasi penyakit yang berisi nama-nama

penyakit, gejala penyakit, dan cara penanggulangan penyakit

Tabel 6.2 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji informasi penyakit tanaman kedelai.

Tabel 6.2 Skenario Pengujian Fungsionalitas Informasi Penyakit Tanaman Kedelai

No	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Masuk ke halaman utama	Sistem mampu menampilkan halaman utama dengan baik	Sesuai harapan	Sukses
2.	Masuk ke halaman informasi penyakit	Sistem mampu menampilkan halaman informasi penyakit dengan baik	Sesuai harapan	Sukses

b. Kasus Uji Halaman Diagnosa Penyakit

Kasus uji Halaman Diagnosa penyakit merupakan kasus uji yang dibuat untuk melakukan proses pengujian fungsionalitas menampilkan halaman diagnosis penyakit. Kasus uji halaman diagnosa penyakit ditunjukkan pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Kasus Uji Hasil Halaman Diagnosa Penyakit

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Halaman Diagnosa Penyakit
Tujuan Pengujian	Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat menampilkan halaman diagnosis penyakit dengan baik.
Prosedur Uji	1. Pengguna membuka halaman utama 2. Pengguna mengklik tombol “diagnosa” yang terdapat pada menu
Hasil yang diharapkan	Sistem dapat menampilkan halaman diagnosa penyakit yang berisi nama-nama penyakit, gejala penyakit, dan cara penanggulangan penyakit

Tabel 6.4 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji halaman diagnosa penyakit.

Tabel 6.4 Skenario Pengujian Fungsionalitas Halaman Diagnosa Penyakit

No	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Masuk ke halaman utama	Sistem mampu menampilkan halaman utama dengan baik	Sesuai harapan	Sukses



2.	Masuk ke halaman diagnosa penyakit	Sistem mampu menampilkan halaman diagnosa penyakit dengan baik	Sesuai harapan	Sukses
----	------------------------------------	----------------------------------------------------------------	----------------	--------

c. Kasus Uji Diagnosa Penyakit

Kasus uji Diagnosa penyakit dibuat untuk melakukan proses pengujian fungsionalitas proses diagnosis penyakit. Kasus uji diagnosa penyakit ditunjukkan pada Tabel 6.5.

Tabel 6.5 Kasus Uji Hasil Diagnosa Penyakit Tanpa Gejala

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Diagnosa Penyakit
Tujuan Pengujian	Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat melakukan proses diagnosis penyakit dengan baik.
Prosedur Uji	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna membuka halaman utama 2. Pengguna mengklik tombol “diagnosa” yang terdapat pada menu 3. Pengguna memasukkan gejala penyakit tanaman kedelai 4. Pengguna mengklik tombol “proses diagnosa”
Hasil yang diharapkan	Sistem dapat melakukan perhitungan dan memberikan hasil diagnosa penyakit berdasarkan gejala yang dimasukkan pengguna dengan baik

Tabel 6.6 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji diagnosa penyakit.

Tabel 6.6 Skenario Pengujian Fungsionalitas Diagnosa Penyakit

No	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Masuk ke halaman utama	Sistem mampu menampilkan halaman utama dengan baik	Sesuai harapan	Sukses
2.	Masuk ke halaman diagnosa penyakit	Sistem mampu menampilkan halaman diagnosa penyakit dengan baik	Sesuai harapan	Sukses
3	Diagnosa Penyakit sesuai gejala	Sistem mampu melakukan diagnosa penyakit sesuai dengan gejala yang dimasukkan pengguna	Sesuai harapan	Sukses



d. Kasus Uji Halaman Utama

Kasus uji halaman utama dibuat untuk melakukan proses pengujian fungsionalitas menampilkan halaman utama. Kasus uji halaman utama ditunjukkan pada Tabel 6.7.

Tabel 6.7 Kasus Uji Halaman Utama

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Diagnosa Penyakit Tanpa Gejala
Tujuan Pengujian	Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat melakukan proses diagnosis penyakit dengan baik tanpa input gejala.
Prosedur Uji	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna membuka halaman utama 2. Pengguna mengklik tombol “diagnosa” yang terdapat pada menu 3. Pengguna tidak menginputkan gejala sama sekali 4. Pengguna mengklik tombol “proses diagnosa”
Hasil yang diharapkan	Sistem menampilkan halaman hasil diagnosa dengan memberikan keterangan bahwa tanaman kedelai bebas penyakit.

Tabel 6.8 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji diagnosa penyakit.

Tabel 6.8 Skenario Pengujian Fungsionalitas Diagnosa Penyakit

No	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Masuk ke halaman utama	Sistem mampu menampilkan halaman utama dengan baik	Sesuai harapan	Sukses

6.1.2 Analisis Hasil Skenario Pengujian Fungsionalitas

Analisa dibuat dengan cara membandingkan antara kebutuhan sistem dengan kinerja sistem yang telah dibuat. Dari perbandingan tersebut terdapat 100% kesesuaian antara kebutuhan dan kinerja sistem. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa sistem yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan sistem yang telah ditetapkan.



6.2 Pengujian Tingkat Akurasi

Pengujian tingkat akurasi sistem ini dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi pada sistem ini. Pengujian akurasi dilakukan dengan cara membandingkan data hasil diagnosa sistem dengan hasil diagnosa pakar.

6.2.1 Skenario Pengujian Akurasi

Sub bab skenario pengujian akurasi menjelaskan tentang tujuan, prosedur, serta hasil akhir yang didapatkan.

6.2.1.1 Tujuan Pengujian Akurasi

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kecocokan antara hasil diagnosa sistem dengan hasil diagnosa pakar dari 20 contoh kasus gejala penyakit tanaman kedelai.

6.2.1.2 Prosedur Pengujian Akurasi

Prosedur tingkat akurasi dilakukan dengan cara mencocokkan hasil diagnosa pakar dengan hasil diagnosa sistem seperti pada Tabel 6.9. Terdapat 20 contoh kasus gejala tanaman kedelai yang akan didiagnosis oleh pakar dan sistem. Gejala yang digunakan sebagai acuan didapatkan dari wawancara dengan pakar yang terdapat pada lampiran 2.

Tabel 6.9 Pengujian Akurasi Diagnosa Penyakit Tnaman Kedelai

Kondisi	Gejala	Identifikasi Pakar	Identifikasi Sistem	Hasil Akurasi
1	✓ Bercak berisi uredia pada daun (1)	Karat	Karat	1
2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bercak kecil, agak bulat, kering, berwarna coklat dikelilingi warna kuning. (2) ✓ Bentuk lingkaran spt papan tembak pada daun(7) ✓ Biji bercak coklat kemerahan(9) 	Target spot	Target spot	1
3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bercak kecil, agak bulat, kering, berwarna coklat dikelilingi warna kuning (2) ✓ Bercak berisi uredia pada daun (1) 	Karat	Karat	1
4	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bercak coklat muda atau putih pada daun (4) ✓ Bercak hijau pucat pada daun(3) ✓ Biji Mengecil(8) 	Pustul bakteri	Pustul Bakteri	1
5	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Daun berkerut (5) ✓ Daun memiliki gambaran mosaik (6) 	Virus mozaik	Virus mozaik	1

6	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Biji Mengecil (8) ✓ Bercak hijau pucat pada daun (3) ✓ Bercak coklat muda atau putih pada daun (4) 	Virus mozaik	Pustul Bakteri	0
7	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Miselium di pangkal batang (10) ✓ Bercak coklat pada pangkal dan menyebar pada batang (6) 	Virus Mozaik	Virus Mozaik	1
8	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bentuk lingkaran spt papan tembak pada daun (7) ✓ Bercak coklat kemerahan pada batang (12) ✓ Biji bercak coklat kemerahan (9) ✓ Bercak berisi uredia pada daun (1) 	Target spot	Target spot	1
9	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Biji mengecil (8) ✓ Daun berkerut (5) ✓ Daun memiliki gambaran mosaik (6) 	Virus mozaik	Virus mozaik	1
10	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bentuk lingkaran spt papan tembak pada daun (7) ✓ Bercak berisi uredia pada daun (15) 	Target Spot	Target Spot	1
11	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Miselium di pangkal batang (10) ✓ Tanaman layu (13) 	Hawar batang	Hawar Batang	1
12	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bercak coklat kemerahan pada batang (12) ✓ Biji bercak coklat kemerahan (1) ✓ Biji bercak coklat kemerahan (9) 	Hawar batang	Karat	0
13	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bercak coklat kemerahan pada batang (12) 	Hawar batang	Hawar batang	1
14	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tanaman layu (13) ✓ Bercak coklat pada pangkal dan menyebar pada batang (11) 	Hawar batang	Hawar batang	1
15	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bentuk bercak bersudut banyak (14) 	Hawar batang	Hawar Batang	1
16	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bercak kecil menyebabkan daun berlubang (15) ✓ Biji Mengecil (8) ✓ Daun berkerut (5) 	Pustul bakteri	karat	0

17	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tepi daun mengalami klorosis (16) ✓ Daun memiliki gambaran mosaik (6) 	Virus mozaik	Virus mozaik	1
18	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tepi daun mengalami klorosis (16) ✓ Biji Mengecil (8) 	Karat	Karat	1
19	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bentuk bercak bersudut banyak (14) ✓ Tanaman layu (16) 	Hawar Batang	Hawar Batang	0
20	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tanaman layu (13) ✓ Bercak kecil, agak bulat, kering, berwarna coklat dikelilingi warna kuning (2) 	Hawar batang	Hawar batang	1

6.2.1.3 Hasil Pengujian Akurasi

Hasil akurasi dengan nilai 1 memiliki arti bahwa diagnosa sistem dengan hasil diagnosa pakar sama. Berdasarkan Tabel 6.9, dilakukan perhitungan akurasi dengan menggunakan Persamaan 2.13.

$$\text{Nilai akurasi} = \frac{16}{20} \times 100\% = 80\%$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil diagnosa sistem sudah cukup baik karena memiliki tingkat akurasi 80%.

BAB 7 PENUTUP

Bagian penutup memuat kesimpulan dan saran terhadap skripsi. Kesimpulan dan saran disajikan secara terpisah, dengan penjelasan sebagai berikut:

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, implementasi, dan hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam penerapan metode *Fuzzy-AHP* pada diagnosa penyakit pada tanaman kedelai digunakan bobot gejala dan matriks perbandingan kriteria sebagai pertimbangan untuk menentukan penyakit. Pakar memberikan 3 kriteria penting dalam diagnosa penyakit tanaman kedelai yaitu daun, batang, dan biji. Diagnosa penyakit tanaman kedelai dilakukan dengan membuat perbandingan kriteria menggunakan metode AHP konvensional lalu setelah nilai perbandingan kriteria konsisten dilanjutkan dengan metode fuzzy-AHP. Pada metode fuzzy-AHP menentukan matriks perbandingan dengan skala TFN. Lalu menentukan nilai Sintesis fuzzy untuk menghitung bobot vector setelah itu dilakukan defuzzifikasi. Untuk menghasilkan bobot kriteria maka nilai defuzzifikasi dinormalisasi. Penentuan hasil akhir dilakukan yaitu dengan cara menghitung perkalian bobot kriteria yang diperoleh dengan metode *fuzzy-AHP* antara bobot kriteria aturan dari pakar dengan bobot kriteria dari kelima penyakit dan dipilih nilai yang terbesar.
2. Pada pengujian sistem yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut:
 - a. Pengujian fungsionalitas yang dilakukan untuk menguji kesesuaian sistem yang telah dibangun dengan analisis kebutuhan mendapatkan nilai sebesar 100%.
 - b. Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis sistem dengan hasil diagnosis pakar. Perbandingan ini dilakukan dengan menggunakan 20 contoh kasus gejala tanaman kedelai. Dari pengujian akurasi didapatkan nilai rata-rata akurasi sebesar 80%. Terdapat beberapa ketidaksesuaian antara hasil diagnosis pakar dengan sistem.

7.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian ini lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Dapat dilakukan penambahan penyakit baru dengan menggunakan basis data sehingga dapat digunakan untuk diagnosa penyakit tanaman kedelai yang baru ditemukan.
2. Dapat dikembangkan dari segi fungsionalitas agar pengguna dapat berkomunikasi dengan pakar secara tidak langsung seperti memberikan komentar dengan harapan mempermudah pengguna apabila terdapat informasi yang disediakan sistem kurang dimengerti oleh pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- Aimon, H., 2014. Prospek Konsumsi dan Impor Kedelai di Indonesia. *Jurnal Kajian Ekonomi*, Volume 3, p. 1.
- Alvin, S., 2014. *liputan6.com*. [Online] Tersedia Di: <http://bisnis.liputan6.com/read/2147571/pemerintah-targetkan-swasembada-kedelai-di-2017> [Diakses 2 11 2015].
- Anggraeni, D., 2015. *Sistem Pakar Untuk Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Tebu Dengan Metode Fuzzy-AHP*. Malang: Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya.
- Endah Kusriani, D., 2009. *Analisis Proses Hirarki*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Jasril, E. H. I. A., 2011. *Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Terbaik Menggunakan Metode Fuzzy-AHP*. UIN Syarif Kasim.
- Marwoto, S. H. A. T., 2013. *Hama, Penyakit dan Masalah Hara pada Tanaman Kedelai*. Malang: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- RI, K. P., 2014. Statistik Ekspor Impor Komoditas Pertanian 2011-2013. *Jurnal Statistik Ekspor Impor*, p. 15.
- Sulistyandari, 2012. *Penerapan Algoritma Modified K-Nearest Neighbor (MKNN) untuk Mengklasifikasikan Lemak Protein pada Bakteri Pengaruh Pb²⁺ terhadap Aktifitas Pektinase dari Bacillus Firmusri E-Coli*. Malang: Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya.
- Syaifullah, 2008. *Pengenalan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process)*.
- Yusuf, A., 2012. *Pendekatan Tringular Fuzzy Number dalam Metode Analytical Hierrarchy Process*. Palu: Universitas Tadulako.
- Zainuddin, S., 2014. Penerapan Algoritma Modified K-Nearest Neighbour (M-KNN) Pada Pengklasifikasian Penyakit Tanaman Kedelai. *Doro Journal*, Volume 3, p. 9.

LAMPIRAN I

HASIL WAWANCARA

Tempat : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur
 Tanggal : 24 Agustus 2015
 Nama Pakar : Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S.

No	Pertanyaan	Jawaban Pakar
1.	Apakah di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur ini terdapat budidaya tanaman kedelai?	Ya, di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur ini ada budidaya tanaman kedelai.
2.	Apakah tanaman kedelai di BPTP memiliki beberapa kendala seperti serangan penyakit?	Ya, terdapat beberapa tanaman kedelai yang terserang penyakit.
3.	Penyakit apa sajakah yang menyerang pada tanaman kedelai?	Banyak, ada karat, pustul bakteri, target-spot, dan lain-lain.
4.	Saya ingin meneliti tentang penyakit tanaman kedelai untuk di aplikasikan ke dalam sistem diagnosa penyakit, penyakit-penyakit apa sajakah yang terdapat pada tanaman kedelai?	Untuk penelitian kali ini saya fokuskan pada penyakit pra panen yang menyerang tanaman kedelai. Penyakit yang sering muncul disini ada 5 penyakit.
5.	Apa sajakah parameter yang digunakan untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman kedelai?	Parameternya yaitu berdasarkan gejala setiap penyakit yang ada pada tanaman kedelai tersebut.

Mengetahui,

Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S.

LAMPIRAN II

DATA ATURAN PENYAKIT TANAMAN KEDELAI

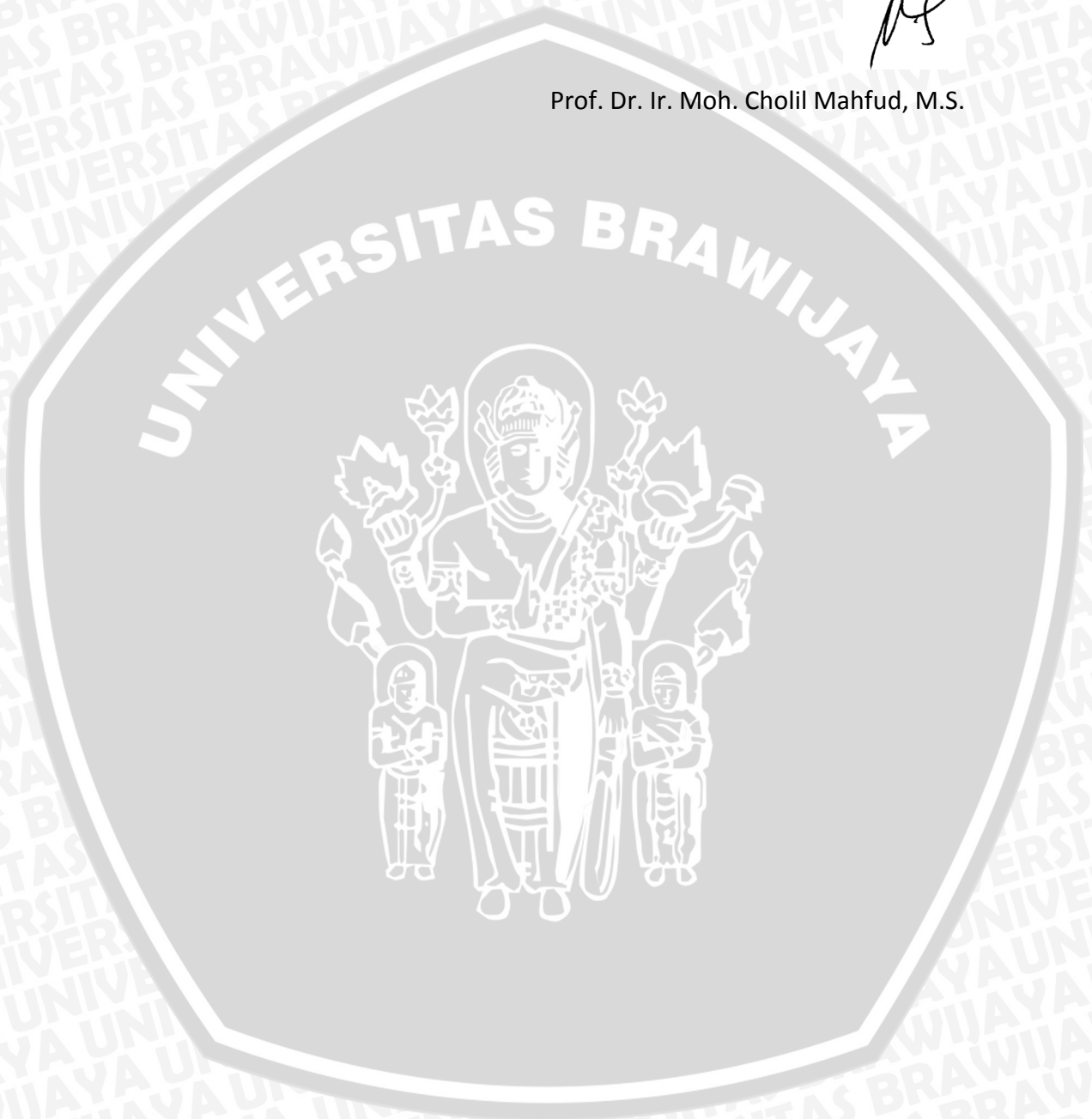
Tempat : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur
 Tanggal : 24 Agustus 2015
 Nama Pakar : Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S.

No	Kode	Gejala	Kategori	Penyakit
1	G1	Bercak berisi uredia pada daun	Daun	Karat
2	G2	Bercak kecil, agak bulat, kering, berwarna coklat dikelilingi warna kuning	Daun	Karat
				Target Spot
				Hawar Batang
3	G3	Bercak hijau pucat pada daun	Daun	Pustul Bakteri
4	G4	Bercak coklat muda atau putih pada daun	Daun	Pustul Bakteri
5	G5	Daun berkerut	Daun	Virus Mozaik
6	G6	Daun memiliki gambaran mozaik	Daun	Virus Mozaik
7	G7	Bentuk lingkaran seperti papan tembak	Daun	Target Spot
8	G8	Bentuk bercak bersudut pada daun	Daun	Karat
9	G9	Bercak kecil menyebabkan daun berlubang	Daun	Pustul Bakteri
10	G10	Tepi daun mengalami klorosis	Daun	Virus Mozaik
11	G11	Biji mengecil	Biji	Virus Mosaik
				Pustul Bakteri
12	G12	Biji memiliki bercak coklat kemerahan	Biji	Virus Mosaik
13	G13	Miselium di pangkal batang	Batang	Hawar Batang
14	G14	Bercak coklat pada pangkal batang dan menyebar	Batang	Hawar Batang
15	G15	Bercak coklat kemerahan pada batang	Batang	Target Spot
				Karat
16	G16	Tanaman layu	Batang	Hawar Batang
				Rhizoctonia Solani

Mengetahui,



Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S.



LAMPIRAN III

DATA NILAI BOBOT GEJALA PENYAKIT TANAMAN KEDELAI

Tempat : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur
 Tanggal : 24 Agustus 2015
 Nama Pakar : Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S.

Tabel Data Bobot Gejala Tanaman Kedelai

Jenis Penyakit	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16
Karat	1.00	0.50					0.75								0.25	
Pustul Bakteri			1.00	0.75				0.75			0.50					
Target Spot		0.25								1.00		0.75			0.50	
Hawar Batang		0.25											1.00	0.75		0.50
Virus Mosaik					0.75	1.00			0.75		0.50					

Tabel Keterangan Penilaian pada Gejala Penyakit Tanaman Kedelai

Nilai Bobot	Keterangan
1	Gejala utama
0.75	Gejala pendukung
0.50	Gejala sekunder
0.25	Gejala lainnya
0.1	Tidak ada

Mengetahui,

Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S.

LAMPIRAN IV

DATA UJI

Tempat : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur
 Tanggal : 24 Agustus 2015
 Nama Pakar : Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S.

Kondisi	Gejala	Identifikasi Pakar	Identifikasi Sistem	Hasil Akurasi
1	✓ Bercak berisi uredia pada daun	Karat	Karat	1
2	✓ Bercak kecil, agak bulat, kering, berwarna coklat dikelilingi warna kuning. ✓ Bentuk lingkaran spt papan tembak pada daun ✓ Biji bercak coklat kemerahan	Target spot	Target spot	1
3	✓ Bercak kecil, agak bulat, kering, berwarna coklat dikelilingi warna kuning ✓ Bercak berisi uredia pada daun	Karat	Karat	1
4	✓ Bercak coklat muda atau putih pada daun ✓ Bercak hijau pucat pada daun ✓ Biji Mengecil	Pustul bakteri	Pustul Bakteri	1
5	✓ Daun berkerut ✓ Daun memiliki gambaran mosaik	Virus mozaik	Virus mozaik	1
6	✓ Biji Mengecil ✓ Bercak hijau pucat pada daun ✓ Bercak coklat muda atau putih pada daun	Virus mozaik	Pustul Bakteri	0
7	✓ Miselium di pangkal batang ✓ Bercak coklat pada pangkal dan menyebar pada batang	Virus Mozaik	Virus Mozaik	1
8	✓ Bentuk lingkaran spt	Target spot	Target	1

	<p>papan tembak pada daun</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Bercak kemerahan pada batang ✓ Biji bercak kemerahan ✓ Bercak berisi uredia pada daun 		spot	
9	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Biji mengecil ✓ Daun berkerut ✓ Daun memiliki gambaran mosaik 	Virus mozaik	Virus mozaik	1
10	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bentuk lingkaran spt papan tembak pada daun ✓ Bercak berisi uredia pada daun 	Target Spot	Target Spot	1
11	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Miselium di pangkal batang ✓ Tanaman layu 	Hawar batang	Hawar Batang	1
12	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bercak kemerahan pada batang ✓ Biji bercak kemerahan ✓ Biji bercak kemerahan 	Hawar batang	Karat	0
13	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bercak kemerahan pada batang 	Hawar batang	Hawar batang	1
14	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tanaman layu ✓ Bercak coklat pada pangkal dan menyebar pada batang 	Hawar batang	Hawar batang	1
15	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bentuk bercak bersudut banyak 	Hawar batang	Hawar Batang	1
16	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bercak menyebabkan berlubang kecil daun ✓ Biji Mengecil ✓ Daun berkerut 	Pustul bakteri	karat	0

17	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tepi daun mengalami klorosis ✓ Daun memiliki gambaran mosaik 	Virus mozaik	Virus mozaik	1
18	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tepi daun mengalami klorosis ✓ Biji Mengecil 	Karat	Karat	1
19	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bentuk bercak bersudut banyak ✓ Tanaman layu 	Hawar Batang	Hawar Batang	0
20	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tanaman layu ✓ Bercak kecil, agak bulat, kering, berwarna coklat dikelilingi warna kuning 	Hawar batang	Hawar batang	1



Mengetahui,

Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S.