

SISTEM DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN JAGUNG DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FUZZY TSUKAMOTO*

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Fendy Gusta Pradana

NIM: 115060813111004

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



PROGRAM STUDI INFORMATIKA / ILMU KOMPUTER
PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2016

PENGESAHAN

SISTEM DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN JAGUNG DENGAN
MENGUNAKAN METODE *FUZZY TSUKAMOTO*

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :
Fendy Gusta Pradana
NIM: 115060813111004

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
25 Januari 2016

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

Edy Santoso, S.Si, M.Kom
NIP: 19740414 200312 1 004

Mengetahui
Ketua Program Studi Informatika / Ilmu Komputer

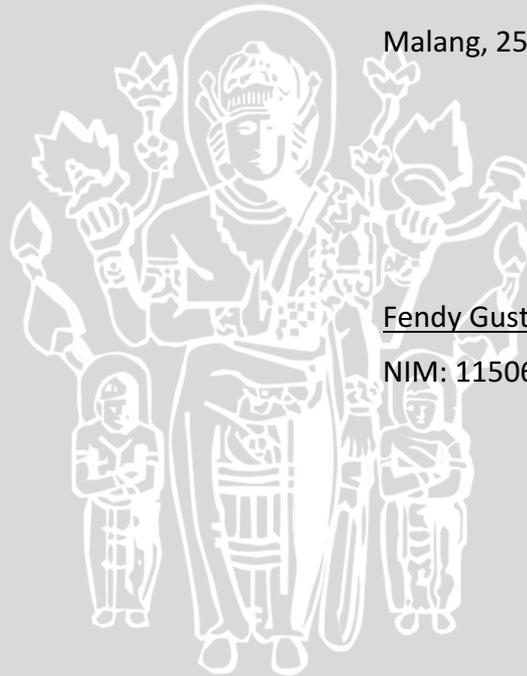
Drs. Marji, M.T
NIP: 19670801 199203 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

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

Malang, 25 Januari 2016



Fendy Gusta Pradana

NIM: 115060813111004

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga laporan skripsi yang berjudul “ Sistem diagnosa Penyakit pada Tanaman Jagung Menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto* ” ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan berhasil tanpa bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Bapak Nurul Hidayat, S.Pd, M.Sc dan Bapak Edy Santoso, S.Si, M.Kom selaku dosen pembimbing skripsi yang telah dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ayah dan Ibu dan seluruh keluarga besar atas segala nasehat, kasih sayang, perhatian dan kesabarannya di dalam membesarkan dan mendidik penulis, serta yang senantiasa tiada henti-hentinya memberikan doa dan semangat demi terselesaikannya skripsi ini.
3. Teman-teman “Miracle” (Andryanto, S.Kom, Sheila Zivana L, S.Kom, Alvin Hermawan, S.Kom, I Putu Yoga P,, S.Kom, Anas Rachmadi P., S.Kom, Arik Achmad E., S.Kom, Grandis Mahendra W.W., S.Kom, Weni Prameswari, S.Kom, Nadia Previani, S.Kom, Dwi Hardyanto, S.Kom, Afi Mufthihul, S.Kom, Dwi Vendy P., S.Kom, Albilaga L.P., S.Kom, Roshikan M., S.Kom, Claudio F.S.,S.kom) yang selalu memberikan semangat, bantuan, dan dukungan penuh dalam masa perkuliahan dan pengerjaan skripsi.
4. Teman-teman Raion Studio dan Raion Community yang sudah membagi pengalaman berorganisasi dan bekerja selama ini.
5. Nidia Nur Febriyanti, Dinar Firda Rossa, dan Denis Rizky Eldian sebagai teman-teman dekat penulis yang juga sudah banyak membantu.
6. Seluruh civitas akademika Informatika Universitas Brawijaya yang telah banyak memberi bantuan dan dukungan selama penulis menempuh studi di Informatika Universitas Brawijaya dan selama penyelesaian skripsi ini.
7. Teman-teman angkatan 2011 Informatika yang selalu memberi menemani selama masa perkuliahan serta pihak-pihak lain yang tidak bias disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat membawa manfaat bagi semua pihak yang menggunakannya.

Malang, 15 Januari 2016

Penulis

fendygustap@gmail.com

ABSTRAK

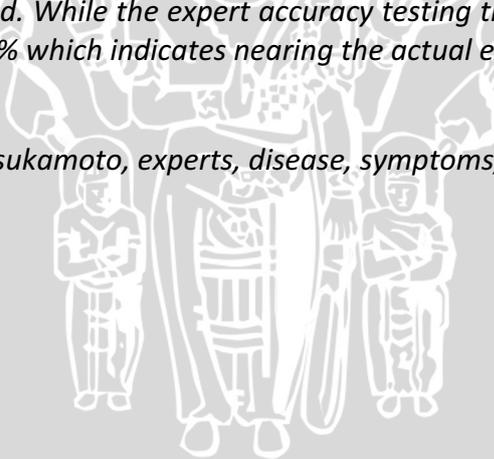
Indonesia merupakan negara yang sebagian besar penduduknya bermata pencaharian di bidang pertanian sehingga disebut sebagai negara agraris. Pertanian menjadi salah satu penyumbang penghasilan negara yang cukup besar. Berdasarkan data yang diperoleh dari BPS (Badan Pusat Statistik) Tahun 2009, jumlah petani mencapai 44% dari total angkatan kerja di Indonesia, atau sekitar 46,7 juta jiwa. Salah satu komoditi pertanian yang masih diupayakan peningkatan produksinya adalah jagung. Jagung merupakan alternatif tanaman pangan yang dikonsumsi sebagian masyarakat Indonesia. Penyakit tanaman sangatlah mengganggu pertumbuhan tanaman jagung yang berakibat turunnya produksi. Faktor yang menyebabkan kegagalan panen bisa dikarenakan pemahaman petani belum mengetahui jenis-jenis penyakit apa yang menyerang tanamannya dan tidak mengetahui cara pengendaliannya apabila tanaman mereka diserang oleh penyakit. Solusi yang ditawarkan oleh penelitian ini adalah pembangunan sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman jagung adalah metode *Fuzzy Tsukamoto*. Logika *fuzzy* dipilih karena didasarkan pada bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti yang mampu digunakan untuk membangun dan mengaplikasikan pengalaman para pakar secara langsung. *Fuzzy Tsukamoto* merupakan salah satu metode yang sangat fleksibel dan memiliki toleransi pada data yang ada. Sistem yang dibangun diuji dengan dua metode yaitu pengujian fungsionalitas dan pengujian akurasi pakar. Pada pengujian fungsionalitas sistem ini menghasilkan nilai validasi 100% yang menandakan sesuai dengan rancangan yang diharapkan. Sedangkan pada pengujian akurasi pakar sistem ini menghasilkan nilai akurasi 95% yang menandakan hampir mendekati kemampuan pakar sebenarnya.

Kata kunci: jagung, *fuzzy tsukamoto*, pakar, penyakit, gejala, diagnosa

ABSTRACT

Indonesia is a country that is predominately livelihood in agriculture so called agrarian country. Agriculture became one of contributor countries sizable income. Based on data obtained from BPS (Central Bureau of Statistics) In 2009, the number of farmers reached 44% of the total workforce in Indonesia, or about 46.7 million people. One of the agricultural commodities that are still sought an increase in production is corn. Corn is an alternative food crops consumed some communities in Indonesia. Plant diseases is very disturbing growth of corn plants resulting decline in production. Factors that could cause crop failures due to the understanding of farmers do not know what types of diseases that attack plants and do not know how to control the plants when they are attacked by the disease. The solution offered by this research is the development of disease diagnosis system in maize. One method that can be used to diagnose diseases of the corn crop is Tsukamoto fuzzy method. Fuzzy logic been based on everyday language so easy to understand that is capable of being used to develop and apply the experience of experts directly. Fuzzy Tsukamoto is one method that is very flexible and has a tolerance on existing data. The system built was tested by two methods of testing the functionality and accuracy testing experts. In testing the functionality of this system produces a value that indicates the validation of 100% in accordance with the design expected. While the expert accuracy testing this system produces an accuracy value of 95% which indicates nearing the actual expert ability.

Keywords: corn, fuzzy Tsukamoto, experts, disease, symptoms, diagnosis



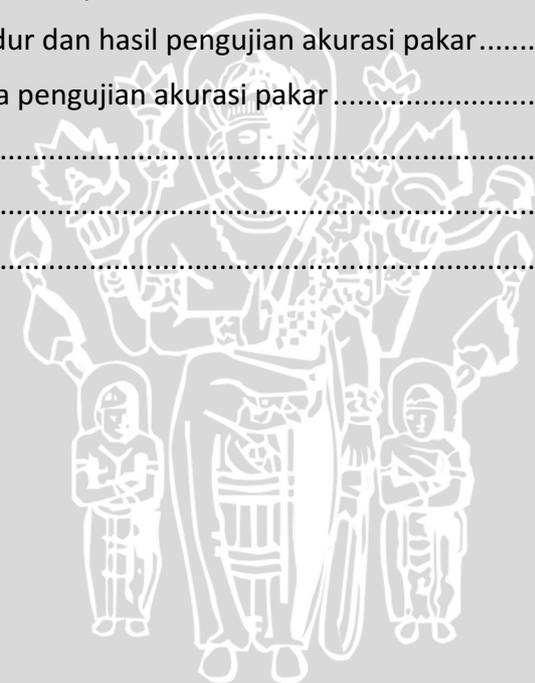
DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan masalah	3
1.6 Sistematika pembahasan	3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	5
2.1 Kajian pustaka	5
2.2 Tanaman jagung.....	11
2.2.1 Jenis tanaman.....	11
2.2.2 Penyakit tanaman dan penanggulangannya	12
2.3 Sistem Pakar.....	17
2.3.1 Manfaat sistem pakar.....	17
2.3.2 Kekurangan sistem pakar	18
2.3.3 Ciri-ciri sistem pakar	18
2.3.4 Konsep dasar sistem pakar.....	18
2.3.5 Area permasalahan aplikasi sistem pakar	19
2.3.6 Struktur sistem pakar	20
2.4 Logika Fuzzy	22
2.4.1 Fungsi Keanggotaan	22

2.4.2 Aturan IF-THEN	25
2.4.3 Operator Himpunan <i>Fuzzy</i>	25
2.5 Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i>	26
2.6 Metode <i>fuzzy tsukamoto</i>	27
2.7 Pengujian sistem	33
BAB 3 METODOLOGI	34
3.1 Studi literatur	35
3.2 Pengumpulan data	35
3.3 Rekayasa kebutuhan	36
3.4 Perancangan dan implementasi.....	36
3.4.1 Perancangan	36
3.4.2 Implementasi.....	37
3.5 Pengujian sistem	38
3.6 Pengambilan kesimpulan	38
BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN	39
4.1 Deskripsi umum sistem	39
4.2 Analisa kebutuhan.....	39
4.2.1 Analisa kebutuhan fungsional	39
4.2.2 Analisa kebutuhan non fungsional	40
4.2.3 Analisa kebutuhan masukan.....	40
4.2.4 Analisa kebutuhan proses	43
4.2.5 Analisa kebutuhan keluaran	43
4.3 Kebutuhan spesifikasi sistem	44
4.3.1 Spesifikasi media input dan output	44
4.3.2 Spesifikasi perangkat keras	44
4.3.3 Spesifikasi perangkat lunak	44
4.4 Batasan.....	44
4.5 Lingkungan Operasi.....	44
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI	45
5.1 Perancangan	46
5.1.1 Perancangan perangkat lunak	47
5.1.2 Perancangan sistem	52



5.1.3 Perancangan pengujian	95
5.2 Implementasi	97
5.2.1 Implementasi sistem	97
5.2.2 Batasan implementasi	98
5.2.3 Implementasi algoritma	98
5.2.4 Implementasi antarmuka	104
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS	109
6.1 Pengujian Fungsionalitas.....	109
6.1.1 Prosedur dan hasil pengujian fungsionalitas.....	109
6.1.2 Analisa pengujian fungsionalitas	112
6.2 Pengujian akurasi pakar	112
6.2.1 Prosedur dan hasil pengujian akurasi pakar.....	112
6.2.2 Analisa pengujian akurasi pakar	112
BAB 7 PENUTUP.....	114
7.1 Kesimpulan.....	114
7.2 Saran	114



DAFTAR TABEL

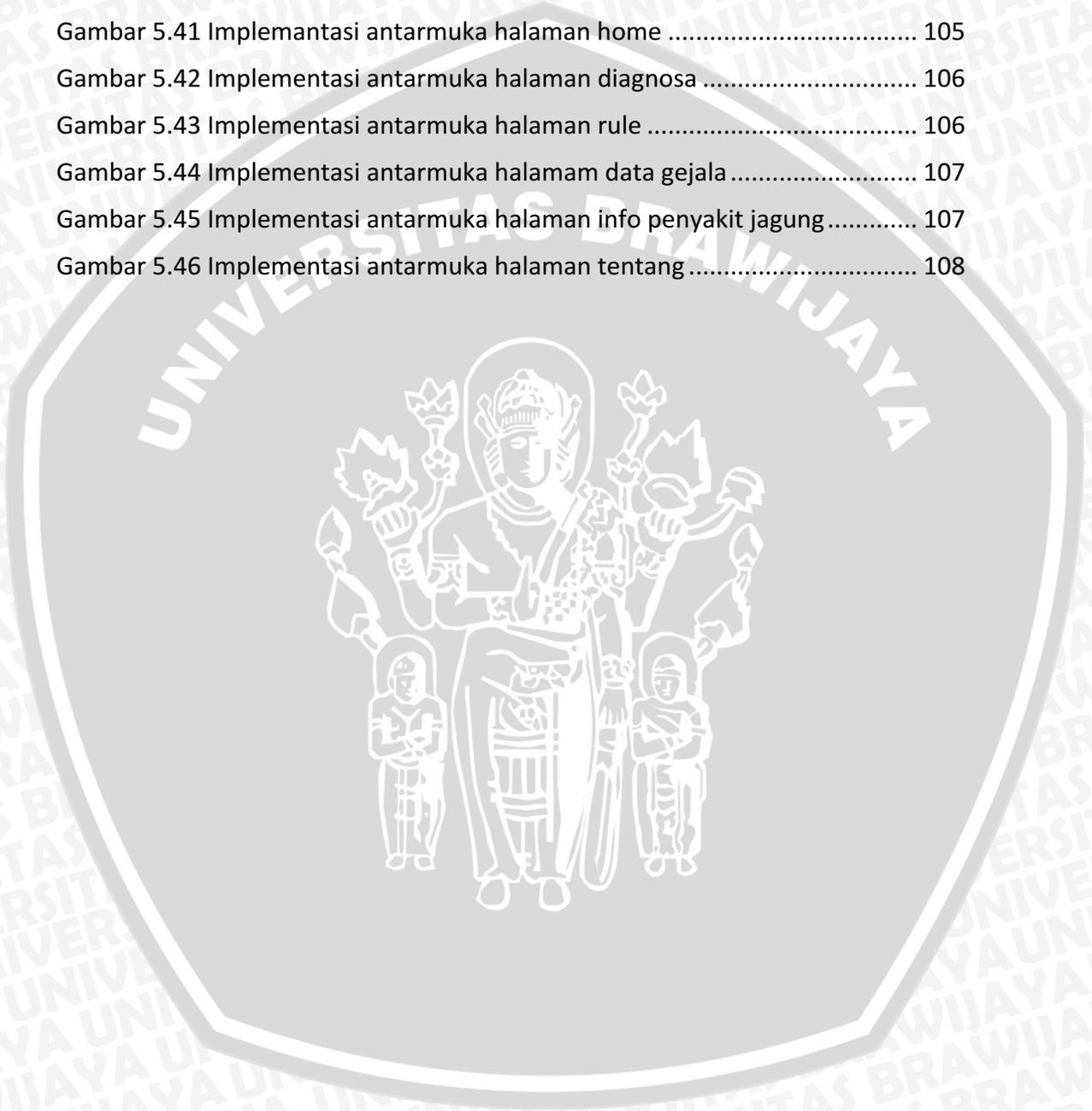
Tabel 2.1 Kajian Pustaka.....	6
Tabel 3.1 Penentuan kebutuhan data penelitian	35
Tabel 4.1 Daftar Analisa Kebutuhan Fungsional.....	39
Tabel 4.2 Daftar Analisa Kebutuhan Non-Fungsional.....	40
Tabel 4.3 Daftar Analisa Kebutuhan Masukan	41
Tabel 4.4 Daftar Analisa Kebutuhan Keluaran.....	43
Tabel 5.1 Perancangan halaman web	47
Tabel 5.2 Tabel jg_penyakit.....	48
Tabel 5.3 Tabel jd_gejala.....	48
Tabel 5.4 Tabel jg_objek.....	49
Tabel 5.5 Tabel jg_rule	49
Tabel 5.6 Tabel jg_tsukamoto	50
Tabel 5.7 Tabel gejala-gejala pada penyakit tanaman jagung.....	53
Tabel 5.8 Daftar nilai derajat keanggotaan tiap gejala penyakit tanaman jagung54	
Tabel 5.9 Daftar nilai derajat keanggotan tiap penyakit tanaman jagung	55
Tabel 5.10 Tabel contoh kasus gejala penyakit tanaman jagung	87
Tabel 5.11 Tabel skenario pengujian fungsionalitas	96
Tabel 5.12 Pengujian akurasi.....	97
Tabel 5.13 Spesifikasi perangkat keras.....	97
Tabel 5.14 Spesifikasi perangkat lunak	98
Tabel 6.1 Tabel hasil pengujian fungsionalitas.....	110
Tabel 6.2 Hasil pengujian akurasi pakar	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Virus kerdil khlorotik	12
Gambar 2.2 Virus Mozaik kerdil	13
Gambar 2.3 Bulai	14
Gambar 2.4 Bercak daun	15
Gambar 2.5 Hawar daun	17
Gambar 2.6 Struktur Sistem Pakar	20
Gambar 2.7 Grafik linear naik	23
Gambar 2.8 Grafik Linear Turun	23
Gambar 2.9 Grafik kurva segitiga	24
Gambar 2.10 Grafik kurva trapesium	25
Gambar 2.11 Grafik permintaan	29
Gambar 2.12 Grafik persediaan	30
Gambar 2.13 Grafik produksi barang	31
Gambar 3.1 Bagan Metodologi Penelitian	34
Gambar 3.2 Model Perancangan Sistem Diagnosa Penyakit Tanaman Jagung....	37
Gambar 5.1 Pohon perancangan.....	45
Gambar 5.2 Pohon implementasi.....	46
Gambar 5.3 ERD Diagram.....	51
Gambar 5.4 Gambar grafik fungsi keanggotaan daun berwarna kholortik.....	56
Gambar 5.5 Gambar grafik fungsi keanggotaan warna khlorotik memanjang sejajar tulang daun dengan batas jelas.....	57
Gambar 5.6 Gambar grafik fungsi keanggotaan mengalami hambatan pertumbuhan	59
Gambar 5.7 Gambar grafik fungsi keanggotaan Warna putih seperti tepung di permukaan atas dan bawah daun yang berwarna khlorotik.....	60
Gambar 5.8 Gambar grafik fungsi keanggotaan Terbentuk anakan yang berlebihan, daun meggulung dan terpuntir	61
Gambar 5.9 Gambar grafik fungsi keanggotaan daun menguning atau kemerahan	63
Gambar 5.10 Gambar grafik fungsi keanggotaan Ada warna hijau muda dan tua berbentuk mozaik	64

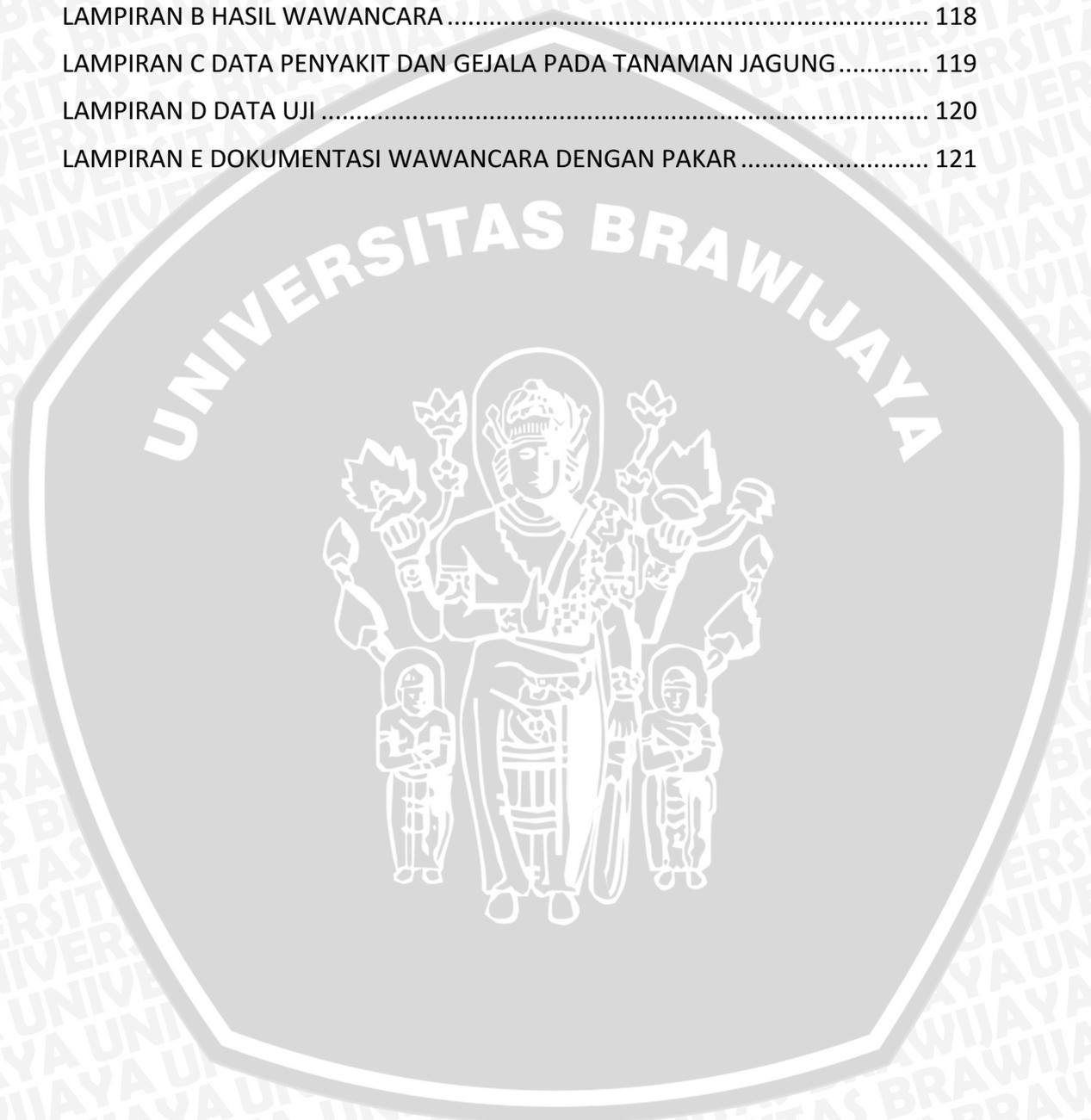
Gambar 5.11 Gambar grafik fungsi keanggotaan ada warna hijau muda dan tua berbentuk mozaik	65
Gambar 5.12 Gambar grafik fungsi keanggotaan warna hijau muda / kekuning-kuningan memanjang sejajar tulang daun	66
Gambar 5.13 Gambar grafik fungsi keanggotaan bercak berwarna coklat muda, memanjang berbentuk kumparan / perahu.....	68
Gambar 5.14 Gambar grafik fungsi keanggotaan Daun yang terserang tampak layu	69
Gambar 5.15 Gambar grafik fungsi keanggotaan beberapa bercak bersatu membentuk bercak yang lebih besar	70
Gambar 5.16 Gambar grafik fungsi keanggotaan lesio pada daun memanjang diantara tulang daun, dengan ukuran mencapai 1,2 x 2,7 cm	72
Gambar 5.17 Gambar grafik fungsi keanggotaan lesio berbentuk bercak-bercak kecil	73
Gambar 5.18 Gambar grafik fungsi keanggotaan Lesio dikelilingi warna coklat..	74
Gambar 5.19 Gambar grafik fungsi keanggotaan garis khlorotik diantara tulang daun	76
Gambar 5.20 Gambar grafik fungsi keanggotaan penyakit bulai	77
Gambar 5.21 Gambar grafik fungsi keanggotaan penyakit kerdil khlorotik.....	78
Gambar 5.22 Gambar grafik fungsi keanggotaan penyakit virus mozaik kerdil ..	79
Gambar 5.23 Gambar grafik fungsi keanggotaan penyakit hawar daun	80
Gambar 5.24 Gambar grafik fungsi keanggotaan penyakit bercak daun	81
Gambar 5.25 Diagram alir <i>fuzzy tsukamoto</i>	82
Gambar 5.26 Diagram alir proses menghitung derajat keanggotaan	83
Gambar 5.27 Diagram alir proses menentukan α -predikat.....	84
Gambar 5.28 Diagram alir proses perhitungan nilai z	85
Gambar 5.29 Diagram alir proses perhitungan nilai Z tiap penyakit.....	86
Gambar 5.30 Antarmuka halaman <i>home</i>	93
Gambar 5.31 Antarmuka halaman diagnosa.....	93
Gambar 5.32 Antarmuka halaman data <i>rule</i>	94
Gambar 5.33 Antarmuka halaman data gejala.....	94
Gambar 5.34 Antarmuka halaman info penyakit	95
Gambar 5.35 Antarmuka halaman tentang.....	95
Gambar 5.36 Implementasi algoritma fuzzifikasi.....	100

Gambar 5.37 Implementasi algoritma pengambilan rule	101
Gambar 5.38 Algoritma penentuan α -predikat.....	102
Gambar 5.39 Algoritma perhitungan nilai z	103
Gambar 5.40 Algoritma proses defuzzifikasi	104
Gambar 5.41 Implemantasi antarmuka halaman home	105
Gambar 5.42 Implementasi antarmuka halaman diagnosa	106
Gambar 5.43 Implementasi antarmuka halaman rule	106
Gambar 5.44 Implementasi antarmuka halamam data gejala	107
Gambar 5.45 Implementasi antarmuka halaman info penyakit jagung.....	107
Gambar 5.46 Implementasi antarmuka halaman tentang	108



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A TABEL ATURAN-ATURAN GEJALA TIAP PENYAKIT PADA TANAMAN JAGUNG.....	117
LAMPIRAN B HASIL WAWANCARA.....	118
LAMPIRAN C DATA PENYAKIT DAN GEJALA PADA TANAMAN JAGUNG.....	119
LAMPIRAN D DATA UJI.....	120
LAMPIRAN E DOKUMENTASI WAWANCARA DENGAN PAKAR.....	121



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Indonesia merupakan negara yang sebagian besar penduduknya bermata pencaharian di bidang pertanian sehingga disebut sebagai negara agraris. Pertanian menjadi salah satu penyumbang penghasilan negara yang cukup besar. Berdasarkan data yang diperoleh dari BPS (Badan Pusat Statistik) Tahun 2009, jumlah petani mencapai 44% dari total angkatan kerja di Indonesia, atau sekitar 46,7 juta jiwa. Sebagai negara agraris, hingga kini mayoritas penduduk Indonesia telah memanfaatkan sumberdaya alam untuk menunjang kebutuhan hidupnya dan salah satunya ialah dengan menggantungkan hidup pada sektor pertanian. Adanya hal tersebut sektor pertanian memiliki peranan yang sangat penting, karena sebagai penghasil pangan bagi penduduk yang jumlah tiap tahunnya terus bertambah (Warsani, 2013). Salah satu komoditi pertanian yang masih diupayakan peningkatan produksinya adalah jagung. Jagung merupakan alternatif tanaman pangan yang dikonsumsi sebagian masyarakat Indonesia (Cahyono & Riadi, 2013).

Jagung merupakan bahan makanan pokok kedua setelah beras. Jagung juga mempunyai arti penting dalam perkembangan industri di Indonesia karena merupakan bahan baku untuk industri pangan maupun industri pakan ternak khusus pakan ayam. Dengan semakin berkembangnya industri pengolahan pangan di Indonesia maka kebutuhan akan jagung akan semakin meningkat pula (Bakhri, 2007).

Penyakit tanaman sangatlah mengganggu pertumbuhan tanaman jagung yang berakibat turunnya produksi. Faktor yang menyebabkan kegagalan panen bisa dikarenakan pemahaman petani belum mengetahui jenis-jenis penyakit apa yang menyerang tanamannya dan tidak mengetahui cara pengendaliannya apabila tanaman mereka diserang oleh penyakit (Munanda & Prihatin, 2013). Gangguan biotis pada jagung dikelompokkan menjadi dua, yaitu gangguan oleh makroorganisme yang dikenal dengan hama, dan gangguan mikroorganisme yang disebut sebagai gangguan penyakit. Mikroorganisme penyebab penyakit dikelompokkan kedalam tiga golongan yaitu cendawan, bakteri, dan virus. Jenis penyakit yang disebabkan oleh cendawan adalah penyakit bulai, hawar daun, bercak daun, hawar upih, karat daun, busuk batang, dan gosong. Jenis penyakit yang disebabkan oleh bakteri meliputi: hawar/ layu bakteri Goss, dan layu bakteri Stewart. Jenis penyakit yang disebabkan oleh virus adalah penyakit virus penyakit virus mosaik kerdil, penyakit virus kerdil klorotik, penyakit virus mosaik jagung, penyakit virus gores, dan penyakit virus mosaik tebu (Wakman & Burhanuddin, 2007).

Pada penelitian sebelumnya tentang diagnosa penyakit pada tanaman jagung telah dilakukan oleh Edi Munanda dan Nanang Prihatin yang berjudul Perancangan Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan *Fuzzy MCDM* Berbasis Web. Hasil dari penelitian tersebut berupa hasil diagnosa penyakit pada tanaman jagung dan cara pengendaliannya

(Munanda & Prihatin, 2013). Selain itu penelitian mengenai diagnosa penyakit pada tanaman jagung telah dilakukan oleh Gunawan Rudi Cahyono dan Joni Riadi dengan judul Implementasi *Certainty Factor* Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Hama Dan Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan *Sms Gateway* (Cahyono & Riadi, 2013).

Diagnosa sebuah penyakit juga bisa menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto* seperti dalam penelitian yang dilakukan oleh Waluyo dengan judul Sistem Pakar Diagnosa Penyakit DBD dan Demam Tifoid Dengan Metode *Fuzzy Tsukamoto* (Studi Kasus Puskesmas Pracimantoro I). Hasil pengolahan data tersebut berupa hasil Diagnosa Penyakit DBD dan Demam Tifoid (Waluyo, Nugroho, & Kustanto, 2013). *Fuzzy Tsukamoto* merupakan salah satu metode yang sangat fleksibel dan memiliki toleransi pada data yang ada (Thamrin, 2012). Metode *Fuzzy Tsukamoto* telah banyak diimplementasikan dalam banyak bidang misalnya pada bidang engineering, psikologi, sosial, dan juga bidang ekonomi. Metode ini dipilih karena setiap konsekuensi pada aturan yang berbentuk IF-THEN direpresentasikan dengan himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, setiap aturan diberikan secara tegas berdasarkan α -predikat, kemudian diperoleh hasil akhir dengan menggunakan rata-rata terpusat (Abdurahman, 2011).

Berdasarkan penjelasan diatas maka penulis melakukan penelitian guna membangun sebuah sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* yang berjudul "**Sistem Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Jagung Dengan Menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto***". Diagnosa penyakit pada tanaman jagung didasarkan pada beberapa gejala-gejala yang ada. Penulis berharap hasil dari skripsi ini dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit tanaman Jagung yang akurat dan efektif sehingga bisa membantu para petani nantinya.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan paparan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membangun sistem diagnosa pada penyakit tanaman Jagung menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*.
2. Bagaimana hasil pengujian sistem diagnosa pada penyakit tanaman Jagung menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membangun sistem diagnosa pada penyakit tanaman Jagung menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*.
2. Menguji sistem diagnosa pada penyakit tanaman Jagung menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi solusi bagi petani dalam melakukan diagnosa penyakit tanaman jagung agar dapat meningkatkan produksinya.

1.5 Batasan masalah

Agar permasalahan yang dirumuskan lebih terfokus, maka penelitian ini dibatasi dalam hal:

1. Data penunjang dan proses klasifikasi yang dilakukan dalam penelitian ini bersumber dari pakar di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur
2. Jumlah penyakit yang dipertimbangkan dalam sistem pakar ini adalah sebanyak 5 penyakit yaitu:
 - 1) Penyakit Virus Kerdil Khlorotik Jagung
 - 2) Penyakit Virus Mosaic Kerdil Jagung
 - 3) Penyakit Bulai
 - 4) Penyakit Bercak Daun
 - 5) Penyakit Hawar Daun
3. Data yang dipakai dalam penelitian ini hanya mencakup penyakit pra-panen pada tanaman jagung
4. Pengujian sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung meliputi pengujian fungsionalitas dan pengujian akurasi pakar.

1.6 Sistematika pembahasan

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan, maka sistematika penulisan yang disusun dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan akan dimuat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Landasan kepustakaan menjelaskan tentang kajian pustaka terkait dengan penelitian yang telah ada seperti penelitian tentang sistem pakar dan tentang identifikasi penyakit demam berdarah. Dasar teori yang diperlukan untuk mendukung penelitian ini adalah sistem pakar, metode *Fuzzy Tsukamoto*, dan penyakit pra-panen pada tanaman jagung.

BAB 3 METODOLOGI

Bab ini menjelaskan langkah – langkah yang akan dilakukan dalam penelitian yang meliputi studi literature, pengumpulan data, analisa

kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian, dan evaluasi sistem.

BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN

Bab ini menjelaskan analisis kebutuhan pada sistem yang akan dibangun.

BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini berisi perancangan perangkat lunak dan perancangan sistem untuk pengembangan perangkat lunak serta penjelasan proses – proses implementasi sistem pakar dan *Fuzzy Tsukamoto* dalam identifikasi penyakit pra-panen pada tanaman jagung.

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menjelaskan tentang cara pengujian serta akurasi hasil pada sistem pakar untuk identifikasi penyakit pra-panen pada tanaman jagung dengan membandingkan hasil penelitian dengan hasil yang telah ada.

BAB 7 PENUTUP

Memuat kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan dan pada sistem pakar untuk identifikasi penyakit pra-panen pada tanaman jagung yang dilakukan dalam skripsi ini serta saran – saran untuk pengembangan lebih lanjut.



BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab ini menjelaskan tentang kajian pustaka dan dasar teori yang berkaitan dengan penelitian. Kajian pustaka berisi tentang referensi-referensi yang digunakan dalam penelitian. Dasar teori meliputi tanaman jagung, penyakit pada tanaman jagung, *Fuzzy Inference System*, *Fuzzy Tsukamoto* dan pengujian sistem.

2.1 Kajian pustaka

Pada kajian ini dibahas mengenai penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan penulis. Sumber referensi pertama yaitu penelitian yang dilakukan oleh Edi Munanda dan Nanang Prihatin dengan judul “Perancangan Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan *Fuzzy MCDM* Berbasis Web”. Dalam tulisannya dijelaskan bahwa logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output, mempunyai nilai kontinyu. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama (Kusumadewi & Purnomo, Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan, 2004). Sedangkan *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) adalah salah satu metode yang bisa membantu pengambil keputusan dalam melakukan pengambilan keputusan terhadap beberapa alternatif keputusan yang harus diambil dengan beberapa kriteria yang akan menjadi bahan pertimbangan (Kusumadewi, 2004). Inputan pada penelitian ini berupa gejala-gejala yang terjangkit pada tanaman jagung dan nilai rating (dampak yang ada pada gejala). Hasil dari penelitian ini berupa pengendalian serta persentase terhadap jenis penyakit yang diderita tanaman jagung (Munanda & Prihatin, 2013).

Sumber referensi kedua yaitu penelitian yang dilakukan oleh Gunawan Rudi Cahyono dan Joni Riadi dengan judul “Implementasi *Certainty Factor* Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Hama Dan Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan *SMS Gateway*”. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Certainty Factor*, yaitu metode guna mengakomodasi ketidakpastian pemikiran seorang pakar dengan cara mengumpulkan data. Inputan yang digunakan pada penelitian ini berupa gejala-gejala penyakit pada tanaman jagung yang dikirimkan melalui sms untuk kemudian mendapatkan hasil berupa jenis penyakit dan penanganannya yang dikirimkan melalui server (Cahyono & Riadi, 2013).

Sumber referensi ketiga yaitu penelitian dari jurnal internasional yang dilakukan oleh O. C. Agbonifo dan D. B. Olufolaji dengan judul “*A Fuzzy Expert System for Diagnosis and Treatment of Maize Plant Diseases*”. Dalam penelitian tersebut digunakan metode *fuzzy logic* berdasarkan rule dari gejala-gejala yang menjadi inputan, kemudian dihasilkan output berupa diagnosa penyakit pada tanaman jagung (Agbonifo & Olufolaji, 2012).

Sumber referensi keempat yaitu penelitian dengan judul “Implementation of *Fuzzy Inference System* with tsukamoto method for study programme selection”.

Dalam penelitian ini FIS Tsukamoto digunakan untuk mendukung penyelesaian seleksi program studi. Inputan yang digunakan berupa skor wawancara, skor teknik informatika, dan skor tes tertulis. Hasil dari penelitian ini berupa minat siswa baik di jurusan Teknik Informatika maupun Departemen Sistem Informasi (Ariani & Endra, 2013).

Referensi selanjutnya yang digunakan dalam penelitian yang berjudul “Aplikasi *Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto* Untuk Menganalisa Tingkat Resiko Penyakit Dalam”. Input yang dibutuhkan berupa gejala-gejala klinis yang dialami oleh pasien. Basis pengetahuan dibangun dengan menggunakan kaidah produksi (IF-THEN). Fire strength diperoleh pada setiap aturan *fuzzy* untuk setiap penyakit pada basis pengetahuan, kemudian dikomposisikan dengan menggunakan rata-rata terbobot. Hasil dari rata-rata terbobot ini merupakan output tingkat resiko penyakit (Falopi, 2012).

Metode *Fuzzy Tsukamoto* juga digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Waluyo dengan judul “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit DBD dan Demam Tifoid Dengan Metode *Fuzzy Tsukamoto* (Studi Kasus Puskesmas Pracimantoro I)”. Identifikasi sistem pakar ini menerapkan metode *Fuzzy Tsukamoto* karena metode ini dapat memetakan input dan output secara kompleks. Akurasi aplikasi “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit DBD (Demam Berdarah Dengue) dan Demam Tifoid” yang dibuat oleh peneliti mencapai 96, 875% sesuai dengan perancangan dari hasil analisa pengujian perhitungan pada program (Warintek, 2015).

Sistem yang akan dibangun dalam penulisan ini merupakan sistem yang memanfaatkan metode *Fuzzy Tsukamoto*. Metode ini diharapkan dapat membantu mendiagnosa penyakit pada tanaman jagung berdasarkan gejala-gejala yang ada. Kemudian berdasarkan gejala yang diinputkan dapat diperoleh hasil yang akurat sesuai dengan diagnosa seorang pakar, sehingga para petani dapat memberikan penanganan yang tepat berdasarkan hasil diagnosa.

Untuk mendukung pemilihan metode *Fuzzy Tsukamoto* dalam sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung ini sebelumnya dilakukan perbandingan beberapa objek, metode, dan hasil dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Pada Tabel 2.1 akan dijelaskan mengenai perbandingan objek, metode, dan hasil dari masing-masing referensi.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Judul	Objek dan Input Kriteria/Parameter	Metode	Hasil Output dan Hasil Uji
1.	Perancangan Sistem Pakar	Objek : Penyakit Tanaman Jagung	Metode : <i>Fuzzy MCDM</i>	Diagnosa jenis penyakit pada tanaman jagung



Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Judul	Objek dan Input Kriteria/Parameter	Metode	Hasil Output dan Hasil Uji
	<p>Untuk Mendiagnosa Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan <i>Fuzzy MCDM</i> Berbasis Web (Munanda & Prihatin, 2013).</p>	<p>Input Kriteria :</p> <p>Gejala-gejala penyakit pada tanaman jagung</p> <p>Warna putih seperti tepung pada permukaan bawah maupun atas bagian daun.</p> <p>Daun terlihat garis-garis berwarna kuning.</p> <p>Bercak karat berubah menjadi bermacam-macam bentuk.</p> <p>Daun terlihat menjadi mengering. Bercak berbentuk oval atau memanjang.</p> <p>Pada tanaman 2-3 minggu, daun terlihat runcing dan kecil.</p> <p>dll</p>	<p>Proses :</p> <p>User menjawab beberapa pertanyaan yang diajukan oleh sistem mengenai gejala pada tanaman jagung</p> <p>Sistem akan mengolah data tersebut dengan menggunakan metode <i>Fuzzy MCDM</i></p> <p>Sistem mendiagnosa jenis dengan presentase terkena penyakit itu pada tanaman jagung serta pengendaliannya</p>	<p>Cara pengendaliannya</p>
2.	<p>Implementasi <i>Certainty Factor</i> Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Hama Dan Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan <i>SMS Gateway</i> (Cahyono & Riadi, 2013).</p>	<p>Objek: Hama dan Penyakit Tanaman Jagung</p> <p>Input Kriteria:</p> <p>Gejala-gejala hama dan penyakit pada tanaman jagung</p> <p>Tanaman menjadi layu</p> <p>Tanaman menjadi rebah atau mati</p> <p>Sekitar tanaman ditemukan larva (ulat)</p> <p>Daun termuda kelihatan layu</p> <p>Daun berwarna kekuningan</p> <p>Jika bagian yang layu dicabut maka mudah lepas dan membusuk</p> <p>Daun berbelatung</p>	<p>Metode: <i>Certainty Factor</i></p> <p>Proses:</p> <p>User menginputkan data gejala pada tanaman jagung yang dialami lewat sms</p> <p>Server menerima pesan dan memproses perhitungan CF</p> <p>Server mebalas pesan dank lien menerima pesan berupa jenis penyakit beserta penanganannya</p>	<p>Diagnosa jenis hama dan penyakit pada tanaman jagung</p> <p>Cara penanganan</p>

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Judul	Objek dan Input Kriteria/Parameter	Metode	Hasil Output dan Hasil Uji
		Daun terlihat keputihan/transparan Daun berlubang-lubang dll		
3.	A Fuzzy Expert System for Diagnosis and Treatment of Maize Plant Diseases (Agbonifo & Olufolaji, 2012)	Objek: Penyakit pada tanaman jagung Input Kriteria: Gejala pada tanaman jagung berupa pilihan dari kalimat	Metode: Fuzzy Expert System yang berdasarkan Rule Proses: Sistem menampilkan segala kemungkinan gejala-gejala pada tanaman jagung yang ada User memilih gejala yang terjadi pada tanaman jagung User memberikan tingkat keparahan dari setiap gejala yang dipilih Sistem melakukan perhitungan fuzzy berdasarkan rule yang ada yang menghasilkan nilai kemungkinan paling tinggi untuk satu penyakit Sistem menampilkan diagnose penyakit pada tanaman jagung dan penanganannya	Hasil diagnosa penyakit pada tanaman jagung Cara penanganan

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Judul	Objek dan Input Kriteria/Parameter	Metode	Hasil Output dan Hasil Uji
4.	<i>Implementation of Fuzzy Inference System with tsukamoto method for study programme selection</i> (Ariani & Endra, 2013)	Obyek : seleksi program studi Input Kriteria : skor wawancara skor teknik informatika skor tes tertulis	Metode: FIS Tsukamoto Proses : User menginputkan dalam bentuk nilai pasti (crisp) Sistem menghitung fungsi keanggotaan Sistem mencocokkan dengan aturanaturan yang ada Dekomposisi fuzzy : proses merubah kembali data yang dijadikan fuzzy menjadi bentuk nilai pasti (crisp)	Output : minat siswa baik di jurusan Teknik Informatika maupun Departemen Sistem Informasi
5.	Aplikasi <i>Fuzzy Inference System</i> (FIS) Tsukamoto Untuk Menganalisa Tingkat Resiko Penyakit Dalam (Falopi, 2012).	Obyek : penyakit dalam Input Kriteria : Gejala-gejala klinis : Nyeri pipi Nyeri kepala Nyeri gigi geraham Hidung buntu Suara bindeng Tenggorokan kering Pilek Demam Batuk Otot sakit Rasa lelah Bersin Gatal pada mata Hidung gatal Mata sembab Bersin alergi	Metode: Fuzzy Tsukamoto Proses : User menginputkan gejala-gejala klinis Proses fuzzifikasi oleh sistem. Pada proses fuzzifikasi nilai numerik diubah menjadi variabel linguistik yang memiliki nilai linguistik. Inferensi. Pada proses inferensi terdapat aturan-aturan untuk mengontrol inputan yang berupa variabel linguistik. Metode inferensi yang digunakan menggunakan metode MIN-MAX	Output numerik dari masingmasing penyakit

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Judul	Objek dan Input Kriteria/Parameter	Metode	Hasil Output dan Hasil Uji
		DII	Menghitung rata-rata terbobot (Z) setiap penyakit untuk mengubah nilai dari variabel linguistik ke nilai numerik.	
6.	Sistem Pakar Diagnosa Penyakit DBD dan Demam Tifoid Dengan Metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i> (Studi Kasus Puskesmas Pracimantoro I) (Waluyo, Nugroho, & Kustanto, 2013)	Objek: Penyakit DBD dan Demam Tifoid Input Kriteria: Gejala gejala penyakit	Metode: <i>Fuzzy Tsukamoto</i> Proses: Menentukan nilai masing-masing variabel Sistem enentukan derajat keanggotaan Sistem melakukan inferensi berdasarkan α -predikat Sistem menghitung defuzzifikasi	Output dari aplikasi ini adalah DBD, Cek Laboratorium dan Demam Tifoid.

Berdasarkan kajian pustaka yang telah dijabarkan sebelumnya, penulis dapat menyimpulkan bahwa sistem dapat mewakili seorang pakar dalam menyelesaikan permasalahan dalam bidang yang menjadi keahlian pakar tersebut. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk membangun sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung seperti *Certainty Factor*, *Forward Chaining*, *Backward Chaining*, dan masih banyak lagi.

Pada penelitian ini akan dirancang sebuah sistem yang menggabungkan objek penyakit pada tanaman jagung dengan metode *Fuzzy Tsukamoto* yaitu "Sistem Diagnosa Penyakit pada Tanaman Jagung Menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto*". Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti yang mampu membangun dan mengaplikasikan pengalaman para pakar secara langsung.

2.2 Tanaman jagung

Tanaman jagung merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan. Berasal dari Amerika yang tersebar ke Asia dan Afrika melalui kegiatan bisnis orang-orang Eropa ke Amerika. Sekitar abad ke-16 orang Portugal menyebarkanluaskannya ke Asia termasuk Indonesia. Orang Belanda menamakannya *mais* dan orang Inggris menamakannya *corn* (Warintek, 2015).

2.2.1 Jenis tanaman

Sistematika tanaman jagung adalah sebagai berikut:

<i>Kingdom</i>	: <i>Plantae</i> (tumbuh-tumbuhan)
<i>Divisio</i>	: <i>Spermatophyta</i> (tumbuhan berbiji)
<i>Sub Divisio</i>	: <i>Angiospermae</i> (berbiji tertutup)
<i>Classis</i>	: <i>Monocotyledone</i> (berkeping satu)
<i>Ordo</i>	: <i>Graminae</i> (rumput-rumputan)
<i>Familia</i>	: <i>Graminaceae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Zea</i>
<i>Species</i>	: <i>Zea mays</i> L.

Jenis jagung dapat dikelompokkan menurut umur dan bentuk biji.

- a) Menurut umur, dibagi menjadi 3 golongan:
 1. Berumur pendek (genjah): 75-90 hari, contoh: Genjah Warangan, Genjah Kertas, Abimanyu dan Arjuna.
 2. Berumur sedang (tengahan): 90-120 hari, contoh: Hibrida C 1, Hibrida CP 1 dan CPI 2, Hibrida IPB 4, Hibrida Pioneer 2, Malin, Metro dan Pandu.
 3. Berumur panjang: lebih dari 120 hari, contoh: Kania Putih, Bastar, Kuning, Bima dan Harapan.
- b) Menurut bentuk biji, dibagi menjadi 7 golongan:
 1. *Dent Corn*
 2. *Flint Corn*
 3. *Sweet Corn*
 4. *Pop Corn*
 5. *Flour Corn*
 6. *Pod Corn*
 7. *Waxy Corn*

Varietas unggul mempunyai sifat: berproduksi tinggi, umur pendek, tahan serangan penyakit utama dan sifat-sifat lain yang menguntungkan. Varietas unggul ini dapat dibedakan menjadi dua, yaitu: jagung hibrida dan varietas jagung bersari bebas.

Nama beberapa varietas jagung yang dikenal antara lain: Abimanyu, Arjuna, Bromo, Bastar Kuning, Bima, Genjah Kertas, Harapan, Harapan Baru, Hibrida C 1

(Hibrida Cargil 1), Hibrida IPB 4, Kalingga, Kania Putih, Malin, Metro, Nakula, Pandu, Parikesit, Permadi, Sadewa, Wiyasa, Bogor Composite-2 (Warintek, 2015).

2.2.2 Penyakit tanaman dan penanggulangannya

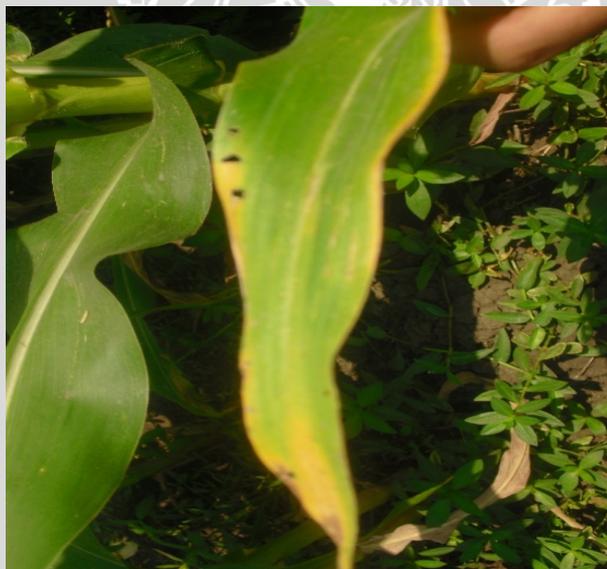
a. Penyakit Virus Kerdil Klorotik Jagung (Maize Chlorotic Dwarf Virus Disease = MCDV)

Penyebab: Virus ditularkan oleh serangga vektor, wereng daun jagung *Granminella nigrifrons* (Forbes), dan *G. Sonora* (Ball) secara semipersisten. Wereng masih infeksi sampai 8 jam setelah menghisap cairan tanaman terinfeksi MCDV.

Gejala: Gejala awal ditandai oleh warna klorose pada daun muda di pucuk tanaman. Klorotik garis di antara tulang daun sekunder dan tersier sering tampak. Daun menguning atau kemerahan dan pemendekan ruas batang umum terjadi. Infeksi ganda MCDV dan MDMV menyebabkan gejala yang lebih berat dari gejala infeksi tunggal

Penanggulangan: Penyakit virus kerdil klorotik jagung dapat dikendalikan dengan pemberantasan rumput inang dengan herbisida dan pemberantasan serangga vektor dengan insektisida.

Gambar penyakit virus kerdil klorotik digambarkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Virus kerdil klorotik

b. Penyakit Virus Mosaik Kerdil Jagung (Maize Dwarf Mosaic Virus = MDMV)

Penyebab: Gejala jelas tampak pada daun muda, terutama pada daun yang baru membuka sebagian, berupa mosaik atau adanya warna-warna hijau muda dan tua. Warna hijau muda atau kekuningan biasanya memanjang sejajar dengan tulang daun. Tanaman terinfeksi sedikit mengalami hambatan pertumbuhan (stunting) dan ukuran tongkol serta jumlah biji berkurang. Gejala

yang semula jelas pada daun muda, dapat menjadi tidak jelas setelah daun menjadi lebih tua terutama pada suhu tinggi. Gejala dapat mulai tampak pada umur tanaman 15 hari setelah berkecambah. Jenis aphid yang dilaporkan menularkan MDMV. Biji dapat menularkan virus ke tanaman berikutnya, walaupun dengan intensitas yang sangat rendah (0,05 %).

Gejala: Gejala jelas tampak pada daun muda, terutama pada daun yang baru membuka sebagian, berupa mosaik atau adanya warna-warna hijau muda dan tua. Warna hijau muda atau kekuning-kuningan biasanya memanjang sejajar dengan tulang daun. Tanaman terinfeksi sedikit mengalami hambatan pertumbuhan (stunting) dan ukuran tongkol serta jumlah biji berkurang. Gejala yang semula jelas pada daun muda, dapat menjadi tidak jelas setelah daun menjadi lebih tua terutama pada suhu tinggi. Gejala dapat mulai tampak pada umur tanaman 15 hari setelah berkecambah.

Penanggulangan: Penyakit virus mosaik kerdil jagung dapat dikendalikan dengan memusnahkan tanaman jagung dan inang lainnya yang terinfeksi MDMV.

Gambar penyakit virus mozaik kerdil digambarkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Virus Mozaik kerdil

c. Penyakit Bulai

Penyebab: Shurtleff (1980), Wakman dan Djatmiko (2002), serta Rathore dan Siradhana (1988) melaporkan bahwa penyakit bulai pada jagung dapat disebabkan oleh 10 spesies dari tiga generasi yaitu:

1. *Peronosclerospora maydis* (Java downy mildew)
2. *P. philippinensis* (Philippine downy mildew)
3. *P. sorghi* (Sorghum downy mildew)
4. *P. sacchari* (Sugarcane downy mildew)

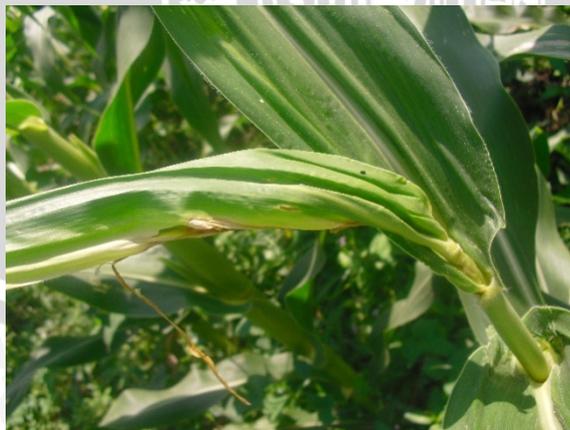
5. *P. spontanea* (*Spontanea downy mildew*)
6. *P. miscanthi* (*Miscanthi downy mildew*).
7. *P. heteropogoni* (*Rajasthan downy mildew*)
8. *Sclerophthora macrospora* (*Crazy top*)
9. *S. rayssiae* var. *zeae* (*Brown stripe*)
10. *Sclerospora graminicola* (*Graminicola downy mildew*)

Gejala: Gejala daun yang terinfeksi berwarna khlorotik, biasanya memanjang sejajar tulang daun, dengan batas yang jelas, dan bagian daun yang masih sehat berwarna hijau normal. Warna putih seperti tepung pada permukaan bawah maupun atas bagian daun yang berwarna khlorotik, tampak dengan jelas pada pagi hari. Daun yang khlorotik sist emik menjadi sempit dan kaku. Tanaman menjadi terhambat pertumbuhannya dan pembentukan tongkol terganggu sampai tidak bertongkol sama sekali. Tanaman yang terinfeksi sistemik sejak muda di bawah umur 1 bulan biasanya mati. Gejala lainnya adalah terbentuk anakan yang berlebihan dan daun-daun menggulung dan terpuntir, bunga jantan berubah menjadi massa daun yang berlebihan dan daun sobek-sobek

Penanggulangan: Teknologi pengendalian penyakit bulai pada jagung yang umum diterapkan adalah:

- Penggunaan varietas tahan (Balitsereal 2005)
- Pemusnahan tanaman terinfeksi
- Pencegahan dengan fungisida sistemik berbahan aktif metalaksil
- Pengaturan waktu tanam agar serempak
- Pergiliran tanaman

Gambar penyakit bulai digambarkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Bulai

d. Penyakit Bercak Daun

Penyebab: Penyebab penyakit bercak daun pada tanaman jagung adalah *Bipolaris maydis* (Nisik) Shoemaker, yang sinonim dengan *Drechslera maydis* (Nisik) Subran dan Jani. *Stadia* sempurna adalah *Cochliobolus heterostrophus* Drecks. Perbedaan ras telah dilaporkan oleh Shurtleff (1980) dengan nama ras O dan T.

Gejala: Lesio pada daun jagung biasanya memanjang di antara tulang daun dengan warna coklat muda dan ukuran mencapai 1,2 x 2,7 cm, berbentuk elip (hawar/bercak daun maydis/ carbonum/ rostratum). Lesio sering dikelilingi oleh warna coklat dan dapat terjadi di batang, upih daun, dan tongkol. Tanaman yang tumbuh dari biji terinfeksi akan layu dan mati pada umur 3-4 minggu.

Penanggulangan: Penyakit bercak daun *B. maydis* dapat dikendalikan dengan varietas tahan, penanaman serempak, waktu tanam yang tepat dan eradikasi gulma inang. Beberapa varietas jagung bersari bebas dan hibrida dilaporkan tahan terhadap *B. maydis*.

Gambar penyakit bercak daun digambarkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Bercak daun

e. Penyakit Hawar Daun

Penyebab: Penyakit hawar daun turcicum disebabkan oleh jamur *E. turcicum* (Pass.) Leonard et Suggs. Jamur membentuk konidiofor yang keluar dari mulut daun (stomata), satu atau dua dalam kelompok, lurus atau lentur, berwarna coklat, panjangnya sampai 300 μm , tebal 7-11 μm , secara umum 8-9 μm . Konidium lurus atau agak melengkung, jorong atau berbentuk gada terbalik, pucat atau berwarna coklat jerami, halus mempunyai 4-9 sekat palsu, panjang 50-144 (115) μm , dan bagian yang paling lebar berukuran 18-33 μm , kebanyakan 20-24 μm (Gambar 3b). Konidium mempunyai hilum menonjol dengan jelas, yang merupakan ciri dari marga *Exserohilum*. Dalam biakan murni, *E. turcicum* membentuk askus dalam peritesium. Stadium sempurna dari jamur ini disebut *Setosphaeria turcica* (Luttrell) Leonard et Suggs atau *Trichometasphaeria turcica* (Pass.) Luttrell (Holiday 1980, Nyvall 1979).

Gejala: Tanaman jagung yang tertular *Exserohilum turcicum*, gejala awalnya muncul bercak-bercak kecil, jorong, hijau tua/hijau kelabu kebasahan. Selanjutnya, bercak-bercak tadi berubah warna menjadi coklat kehijauan. Bercak kemudian membesar dan mempunyai bentuk yang khas, berupa kumparan atau perahu. Lebar bercak 1-2 cm dan panjang 5-10 cm, tetapi lebar dapat mencapai 5 cm dan panjang 15 cm. Spora banyak terbentuk pada kedua sisi bercak pada kondisi banyak embun atau setelah turun hujan, yang menyebabkan bercak berwarna hijau tua beledu, yang makin ke tepi warnanya makin muda. Beberapa bercak dapat bersatu membentuk bercak yang lebih besar sehingga dapat mematikan jaringan daun.

Penanggulangan: Hingga saat ini telah diketahui beberapa cara pengendalian penyakit hawar daun yang efektif.

Varietas tahan. Penanaman varietas tahan merupakan cara pengendalian yang mudah, murah, dan aman bagi lingkungan.

Sanitasi lingkungan. *E. turcicum* selain menginfeksi tanaman jagung, juga dapat merusak beberapa jenis gulma atau tanaman inang alternatif. Oka (1993) mengemukakan bahwa untuk mengendalikan penyakit tanaman, maka sumber inokulum awal (X) harus dihilangkan/dikurangi. Pengolahan tanah yang baik dan penyiangan yang sempurna dapat menekan/mengurangi sumber inokulum awal.

Budi daya. Pengaturan jarak tanam juga dapat mengendalikan *E. turcicum*. Jarak tanam yang rapat menyebabkan kelembaban udara di sekitar tanaman menjadi lebih tinggi dan suhu menjadi optimal bagi perkembangan *E. turcicum*. Suhu optimal untuk pertumbuhan, pembentukan, dan perkecambahan konidia *E. turcicum* adalah 30° C (Renfro and Ultstrup 1976). Jarak tanam yang dianjurkan untuk budi daya tanaman jagung adalah 75 cm x 40 cm dengan dua tanaman tiap lubang atau 75 cm x 20 cm dengan satu tanaman tiap lubang. Sudjono (1988) menganjurkan penanaman jagung dilakukan bila curah hujan rata-rata selama 10 hari kurang dari 55 mm.

Fungisida. Jika diperlukan, penyakit ini dapat dikendalikan dengan fungisida dengan bahan aktif carbendazin 6,2% + mancozeb 73,8%, mancozeb 80%, trishloromethylthio-4-cyclohexene-1,2-dicarboximide (Muis et al. 2000).

Perlakuan benih. Jamur yang terbawa oleh biji dapat dimatikan dengan thiram dan karboxin, atau perlakuan udara panas selama 17 menit pada suhu 54-55° C (Holliday 1980).

Gambar penyakit hawar daun digambarkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.5 Hawar daun

2.3 Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan cabang dari *Artificial Intelligence*. Sistem pakar adalah sebuah sistem yang menggunakan pengetahuan manusia dimana pengetahuan tersebut dimasukkan ke dalam sebuah komputer dan kemudian digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang biasanya membutuhkan kepakaran atau keahlian manusia (Sutojo, Mulyanto, & Suhartono, 2011).

Sistem pakar mencoba memecahkan masalah yang biasanya hanya bisa dipecahkan oleh seorang pakar. Sistem pakar dipandang berhasil ketika mampu mengambil keputusan seperti yang dilakukan oleh seorang pakar aslinya baik dari sisi proses pengambilan keputusan maupun hasil keputusan yang diperoleh.

2.3.1 Manfaat sistem pakar

Sistem pakar menjadi sangat populer karena sangat banyak kemampuan dan manfaat yang diberikan. Manfaat dari sistem pakar antara lain (Sutojo, Mulyanto, & Suhartono, 2011):

- Meningkatkan produktivitas, karena sistem pakar dapat bekerja lebih cepat daripada manusia.
- Membuat seorang yang awam bekerja layaknya seorang pakar.
- Meningkatkan kualitas dengan memberi nasehat yang konsisten dan mengurangi kesalahan.
- Mampu menangkap pengetahuan dan kepakaran seseorang.
- Dapat beroperasi di lingkungan yang berbahaya.
- Memudahkan akses pengetahuan seorang pakar.
- Handal. Sistem pakar tidak pernah bosan dan kelelahan.
- Meningkatkan kapabilitas sistem komputer. Integrasi sistem pakar dengan sistem komputer lain membuat sistem lebih efektif dan mencakup lebih banyak aplikasi.
- Mampu bekerja dengan informasi yang tidak pasti.

- j. Bisa digunakan sebagai media pelengkap dalam pelatihan. Pengguna pemula yang bekerja dengan sistem pakar akan menjadi lebih berpengalaman karena adanya fasilitas penjelas.
- k. Meningkatkan kemampuan untuk menyelesaikan masalah karena sistem pakar mengambil sumber pengetahuan dari banyak pakar.

2.3.2 Kekurangan sistem pakar

Selain manfaat, ada juga beberapa kekurangan yang ada pada sistem pakar, diantaranya (Sutojo, Mulyanto, & Suhartono, 2011):

- a. Biaya sangat mahal untuk membuat dan memeliharanya.
- b. Sulit dikembangkan karena keterbatasan keahlian dan ketersediaan pakar.
- c. Sistem pakar tidak 100% bernilai benar.
- d. Pendekatan para pakar untuk suatu situasi dapat berbeda-beda, meskipun semua benar.
- e. Pemindahan pengetahuan dapat bersifat subjektif dan ambigu.
- f. Kurangnya rasa kepercayaan pengguna terhadap sistem dapat menghalangi pemakaian sistem pakar.

2.3.3 Ciri-ciri sistem pakar

Ciri-ciri dari sistem pakar adalah sebagai berikut (Sutojo, Mulyanto, & Suhartono, 2011):

- a. Terbatas pada domain keahlian tertentu.
- b. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang tidak pasti.
- c. Dapat menjelaskan alasan-alasan dengan cara yang dapat dipahami.
- d. Bekerja berdasarkan kaidah/*rule* tertentu.
- e. Mudah dimodifikasi.
- f. Basis pengetahuan dan mekanisme inferensi terpisah.
- g. Keluarnya bersifat anjuran.
- h. Sistem dapat mengaktifkan kaidah secara searah yang sesuai, dituntun oleh dialog dengan pengguna.

2.3.4 Konsep dasar sistem pakar

Konsep dasar sistem pakar mengandung beberapa unsur, antara lain (Sutojo, Mulyanto, & Suhartono, 2011):

- a. Kepakaran (*Expertise*)

Kepakaran merupakan suatu pengetahuan yang di peroleh dari pelatihan, membaca, dan pengalaman. Kepakaran inilah yang memungkinkan para ahli dapat mengambil keputusan lebih cepat dan lebih baik daripada seseorang yang bukan pakar. Kepakaran itu sendiri meliputi pengetahuan tentang:

1. Fakta-fakta tentang bidang permasalahan tertentu.
2. Teori-teori tentang bidang permasalahan tertentu.
3. Aturan-aturan dan prosedur-prosedur menurut bidang permasalahan umumnya.

4. Aturan heuristik yang harus dikerjakan dalam suatu situasi tertentu.
5. Strategi global untuk memecahkan permasalahan.
6. Pengetahuan tentang pengetahuan (*meta knowledge*).

b. Ahli/Pakar (*Expert*)

Pakar adalah seseorang yang mempunyai pengetahuan, pengalaman, dan metode khusus, serta mampu menerapkannya untuk memecahkan masalah atau memberi nasihat. Seorang pakar harus mampu menjelaskan dan mempelajari hal-hal baru yang berkaitan dengan topik permasalahan, jika perlu harus mampu menyusun kembali pengetahuan-pengetahuan yang didapatkan, dan dapat memecahkan aturan-aturan serta menentukan relevansi kepakarannya.

c. Pemindahan Kepakaran (*Transferring Expertise*)

Tujuan dari sistem pakar adalah memindahkan kepakaran dari seorang pakar ke dalam komputer, yang kemudian ditransfer kepada orang lain yang bukan pakar.

d. Inferensi (*Inferencing*)

Inferensi adalah sebuah prosedur (program) yang mempunyai kemampuan dalam melakukan penalaran. Inferensi ditampilkan pada suatu komponen yang disebut mesin inferensi. Semua pengetahuan yang dimiliki oleh pakar disimpan pada basis pengetahuan oleh sistem pakar.

e. Aturan-aturan (*Rule*)

Kebanyakan *software* sistem pakar komersial adalah sistem yang berbasis *rule* (*rule-based systems*) yaitu pengetahuan disimpan terutama dalam bentuk *rule*, sebagai prosedur-prosedur pemecahan masalah.

f. Kemampuan Menjelaskan (*Explanation Capability*)

Fasilitas lain dari sistem pakar adalah kemampuannya untuk menjelaskan saran atau rekomendasi yang diberikannya. Penjelasan dilakukan dalam subsistem yang disebut subsistem penjelasan (*explanation*). Bagian dari sistem ini memungkinkan sistem untuk memeriksa penalaran yang dibuatnya sendiri dan menjelaskan operasi-operasinya.

2.3.5 Area permasalahan aplikasi sistem pakar

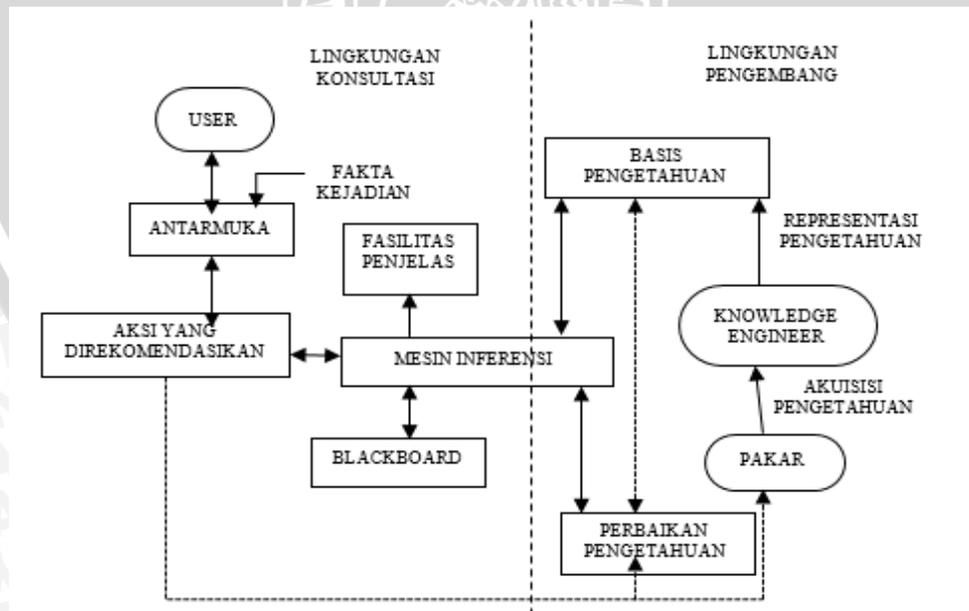
Area permasalahan pada aplikasi sistem pakar adalah sebagai berikut (Sutojo, Mulyanto, & Suhartono, 2011):

- a. Interpretasi
Menghasilkan deskripsi situasi berdasarkan data-data masukan.
- b. Prediksi
Memprediksi akibat-akibat yang mungkin dari situasi-situasi yang ada.
- c. Diagnosis
Menyimpulkan suatu keadaan berdasarkan gejala-gejala yang diberikan.

- d. Desain
Melakukan perancangan berdasarkan kendala-kendala yang diberikan.
- e. *Planning*
Merencanakan tindakan-tindakan yang akan dilakukan.
- f. *Monitoring*
Membandingkan hasil pengamatan dengan proses perencanaan.
- g. *Debugging*
Menentukan penyelesaian dari suatu kesalahan sistem.
- h. Reparasi
Melaksanakan rencana perbaikan.
- i. *Instruction*
Melakukan instruksi untuk diagnosis, *debugging*, dan perbaikan kinerja.
- j. Kontrol
Melakukan kontrol terhadap hasil interpretasi, diagnosis, *debugging*, *monitoring*, dan perbaikan tingkah laku sistem.

2.3.6 Struktur sistem pakar

Struktur sistem pakar terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*). Lingkungan pengembangan digunakan oleh pembuat sistem pakar untuk membangun komponen-komponennya dan memperkenalkan pengetahuan kedalam *knowledge base* (basis pengetahuan). Lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna untuk berkonsultasi sehingga pengguna mendapatkan pengetahuan dan nasihat dari sistem pakar layaknya berkonsultasi dengan seorang pakar (Sutojo, Mulyanto, & Suhartono, 2011). Struktur sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Struktur Sistem Pakar

Sumber: (Sutojo, Mulyanto, & Suhartono, 2011)

Arsitektur sistem pakar terdiri dari (Sutojo, Mulyanto, & Suhartono, 2011):

a. Akuisisi Pengetahuan

Subsistem ini digunakan untuk memasukkan pengetahuan dari seorang pakar dengan cara merekayasa pengetahuan agar bisa diproses oleh komputer dan meletakkannya kedalam basis pengetahuan dengan format tertentu (dalam bentuk representasi pengetahuan).

b. Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan yang diperlukan untuk memahami, memformulasikan, dan menyelesaikan masalah. Basis pengetahuan terdiri dari fakta dan *rule*.

c. Mesin Inferensi

Mesin inferensi adalah sebuah program yang berfungsi untuk memandu proses penalaran terhadap suatu kondisi berdasarkan pada basis pengetahuan yang ada untuk mencapai solusi atau kesimpulan. Ada tiga teknik pengendalian yang digunakan yaitu *forward chaining*, *backward chaining*, dan gabungan dari kedua teknik tersebut.

d. Daerah Kerja (*Blackboard*)

Blackboard yaitu untuk merekam hasil sementara yang akan dijadikan sebagai keputusan dan untuk menjelaskan sebuah masalah yang sedang terjadi.

e. Antarmuka Pengguna

Digunakan sebagai media komunikasi antara pengguna dan sistem pakar. Pada bagian ini akan terjadi dialog antara sistem pakar dan pengguna.

f. Subsistem Penjelasan

Berfungsi memberi penjelasan kepada pengguna, bagaimana suatu kesimpulan dapat diambil.

g. Sistem Perbaikan Pengetahuan (*Knowledge Refining System*)

Kemampuan evaluasi diri diperlukan oleh program agar dapat mengalisis alasan kesuksesan dan kegagalannya dalam mengambil kesimpulan. Dengan cara ini basis pengetahuan yang lebih baik dan penalaran yang lebih efektif akan dihasilkan.

h. Pengguna (*User*)

Pada umumnya pengguna sistem pakar bukanlah seorang pakar yang membutuhkan solusi, saran, atau pelatihan dari berbagai permasalahan yang ada.

2.4 Logika Fuzzy

Fuzzy menurut Bahasa bisa diartikan sebagai kabur atau samar-samar. Suatu nilai dapat bernilai besar atau salah secara bersamaan. Dalam *fuzzy* dikenal derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1(satu). Berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 atau 0 (ya atau tidak). 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. Namun berapa besar keberadaan dan kesalahan suatu tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1. Berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai 1 atau 0 (Suparman, 1991).

Logika *fuzzy* digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (linguistic), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat. Dan logika *fuzzy* menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Tidak seperti logika klasik (*scrisp*)/tegas, suatu nilai hanya mempunyai 2 kemungkinan yaitu merupakan suatu anggota himpunan atau tidak. Derajat keanggotaan 0 (nol) artinya nilai bukan merupakan anggota himpunan dan 1 (satu) berarti nilai tersebut adalah anggota himpunan. Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output, mempunyai nilai kontinyu (Kusumadewi & Purnomo, 2004).

Fuzzy dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama (Kusumadewi & Purnomo, 2004). Logika *Fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan" dan "sangat" (Suparman, 1991). Kelebihan dari teori logika *fuzzy* adalah kemampuan dalam proses penalaran secara bahasa (linguistic reasoning). Sehingga dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematik dari objek yang akan dikendalikan.

2.4.1 Fungsi Keanggotaan

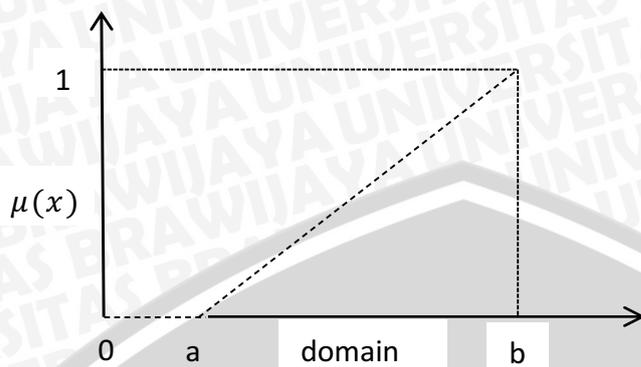
Fungsi keanggotaan (membership function) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik inputdata kedalam nilai keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan diantaranya (Solikin, 2011):

a. Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya dapat digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada 2 keadaan himpunan *Fuzzy* yang linear

1. Representasi linear naik, yaitu kenaikan himpunan dimulai dari nilai domain yang memiliki nilai keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju

ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi seperti yang digambarkan pada Gambar 2.3.



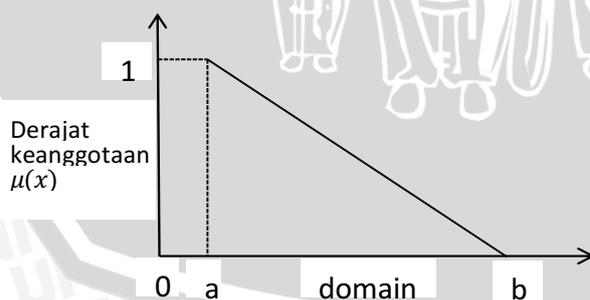
Gambar 2.7 Grafik linear naik

Sumber: (Solikin, 2011)

Fungsi keanggotaan linear naik dinyatakan pada Persamaan 2.1.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a < x < b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2.1)$$

2. Representasi linear turun, yaitu garis lurus yang dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak turun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah seperti yang digambarkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.8 Grafik Linear Turun

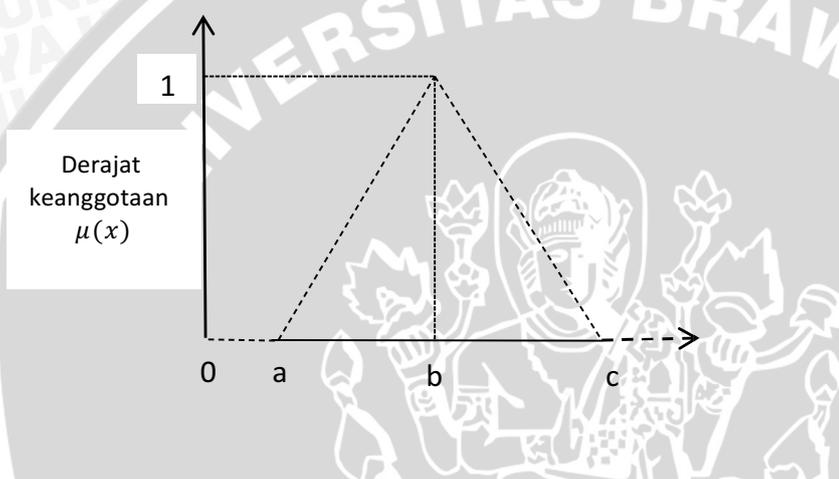
Sumber: (Solikin, 2011)

Fungsi keanggotaan linear turun dinyatakan pada Persamaan 2.2.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \geq b \\ (b - x)/(b - a); & a < x < b \\ 1; & x \leq a \end{cases} \quad (2.2)$$

b. Representasi Kurva Segitiga

Representasi kurva segitiga, pada dasarnya adalah gabungan antara dua representasi linear (representasi linear naik dan representasi linear turun), seperti terlihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.9 Grafik kurva segitiga

Sumber: (Solikin, 2011)

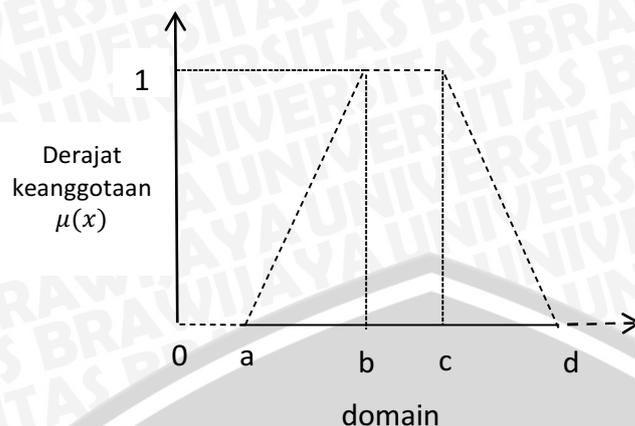
Fungsi keanggotaan kurva segitiga dinyatakan pada Persamaan 2.3.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \geq c \text{ atau } x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a < x < b \\ (c - x)/(c - b); & b < x < c \end{cases} \quad (2.3)$$

c. Representasi Kurva Trapezium

Representasi kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk kurva segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1 (satu), seperti pada Gambar 2.6.





Gambar 2.10 Grafik kurva trapesium

Sumber: (Solikin, 2011)

Fungsi keanggotaan kurva trapesium dinyatakan pada Persamaan 2.4.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \geq d \text{ atau } x \leq a \\ (x - a)/(b - a); & a < x < b \\ (d - x)/(d - c); & c < x < d \\ 1; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.4)$$

2.4.2 Aturan IF-THEN

Dari data dan penjelasan parameter-parameter fungsi keanggotaan sebagaimana diatas, kemudian dapat dibuat aturan IF – THEN. Basis aturan dibentuk dalam 2 bagian yaitu bagian parameter block yang digunakan menyimpan nilai-nilai parameter dari suatu aturan dan bagian lainnya adalah rules block yang digunakan menyimpan aturan itu sendiri. Jumlah aturan IF – THEN yang dihasilkan merupakan perkalian Σ kemungkinan gejala-gejalanya (premis), yang kemudian dikurangi jumlah aturan yang dapat direduksi (Thamrin, 2012).

2.4.3 Operator Himpunan Fuzzy

Ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama fire strength atau α -predikat. Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu:

a. Operator AND

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

Persamaan himpunan operator AND dinyatakan pada persamaan 2.5.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y]) \quad (2-5)$$

b. Operator OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

Persamaan himpunan operator OR dinyatakan pada persamaan 2.6.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y]) \quad (2-6)$$

c. Operator NOT

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

Persamaan himpunan operator NOT dinyatakan pada Persamaan 2.7.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x] \quad (2-7)$$

2.5 Sistem Inferensi Fuzzy

Salah satu aplikasi pada logika *fuzzy* adalah sistem inferensi *fuzzy*, yaitu sistem komputasi yang bekerja atas dasar prinsip penalaran *fuzzy* (Solikin, 2011)]. Sistem inferensi *fuzzy* dibagi menjadi empat unit, yaitu:

1. Unit Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi adalah fase pertama dari perhitungan *Fuzzy* yaitu perubahan nilai tegas ke nilai *Fuzzy*. Proses Fuzzyfikasi dituliskan sebagai berikut (Thamrin, 2012):

Persamaan fungsi Fuzzyfikasi dinyatakan pada persamaan 2.8.

$$x = \text{fuzzifier}(x_0) \quad (2-8)$$

Dengan x_0 adalah sebuah vektor nilai tegas dari suatu variabel masukan, x adalah vektor himpunan *Fuzzy* yang didefinisikan sebagai variabel dan fuzzifier adalah sebuah operator Fuzzyfikasi yang mengubah nilai tegas ke himpunan *Fuzzy*.

2. Unit basis pengetahuan

Basis pengetahuan dari suatu sistem kendali logika kabur terdiri dari basis data dan basis kaidah. Basis data adalah himpunan fungsi keanggotaan dari himpunan-himpunan kabur yang terkait dengan nilai-nilai linguistik dari variabel-variabel yang terdapat dalam sistem itu. Basis kaidah adalah himpunan implikasi-implikasi kabur yang berlaku sebagai kaidah dalam sistem itu.

3. Unit penalaran logika fuzzy

Masukan kabur hasil pengolahan unit pengaburan diterima oleh unit penalaran untuk disimpulkan berdasarkan kaidah-kaidah yang tersedia dalam basis pengetahuan.

4. Unit defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan transformasi yang menyatakan kembali keluaran dari domain *Fuzzy* ke dalam domain *crisp*. Keluaran *Fuzzy* diperoleh melalui eksekusi dari beberapa fungsi keanggotaan *Fuzzy*. Terdapat tujuh metode yang dapat digunakan pada proses defuzzifikasi yaitu (Thamrin, 2012):

- 1) *Height method (max-membership principle)*, dengan mengambil nilai fungsi keanggotaan terbesar dari keluaran *Fuzzy* yang ada untuk dijadikan sebagai nilai defuzzifikasi.
- 2) *Centroid (Center of Gravity) method*, mengambil nilai tengah dari seluruh fungsi keanggotaan keluaran *Fuzzy* yang ada untuk dijadikan nilai defuzzifikasi.
- 3) *Weighted Average Method*, hanya dapat digunakan jika keluaran fungsi keanggotaan dari beberapa proses *Fuzzy* mempunyai bentuk yang sama.
- 4) *Mean-max membership*, mempunyai prinsip kerja yang sama dengan metode maximum tetapi lokasi dari fungsi keanggotaan maksimum tidak harus unik.
- 5) *Center of sums*, mempunyai prinsip kerja yang hampir sama dengan *Weighted Average Method* tetapi nilai yang dihasilkan merupakan area respektif dari fungsi keanggotaan yang ada.
- 6) *Center of largest area*, hanya digunakan jika keluaran *Fuzzy* mempunyai sedikitnya dua sub-daerah yang *convex* sehingga sub-daerah yang digunakan sebagai nilai defuzzifikasi adalah daerah yang terluas.
- 7) *First (or last) of maxima*, menggunakan seluruh keluaran dari fungsi keanggotaan.

2.6 Metode fuzzy tsukamoto

Pada dasarnya, metode Tsukamoto mengaplikasikan penalaran monoton pada setiap aturannya. Kalau pada penalaran monoton, sistem hanya memiliki satu aturan, pada metode Tsukamoto, sistem terdiri atas beberapa aturan. Karena menggunakan konsep dasar penalaran monoton, pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *Fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Proses agregasi antar aturan dilakukan, dan hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan *defuzzy* dengan konsep rata-rata terbobot (Thamrin, 2012).

Dalam inferensinya, metode Tsukamoto memiliki beberapa tahapan, yaitu:

1. Fuzzifikasi
2. Pembentukan basis pengetahuan *Fuzzy* (Rule dalam bentuk IF-THEN)
3. Mesin Inferensi

Menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai predikat tiap-tiap rule. Kemudian masing-masing nilai α -predikat digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (crisp) masing masing rule ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$)

4. Defuzzifikasi

Pada defuzzifikasi digunakan metode rata-rata (Average) yang dinyatakan pada persamaan 2.9.

$$z^* = \frac{\sum \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i} \quad (2-9)$$

Hasil akhir output (Z) diperoleh dengan menggunakan persamaan rata-rata pembobotan yang dinyatakan pada persamaan 2.10.

$$Z = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \dots + \alpha_n z_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n} \quad (2-10)$$

Contoh: Suatu perusahaan makanan kaleng akan memproduksi makanan jenis ABC. Dari data 1 bulan terakhir, permintaan terbesar mencapai 5000 kemasan/hari, dan permintaan terkecil mencapai 1000 kemasan/hari. Persediaan barang digudang terbanyak mencapai 600 kemasan/hari, dan terkecil mencapai 100 kemasan/hari. Dengan segala keterbatasannya, sampai saat ini, perusahaan baru mampu memproduksi barang maksimum 7000 kemasan/hari, untuk efisiensi mesin dan SDM tiap hari diharapkan perusahaan memproduksi paling tidak 2000 kemasan. Berapa kemasan makanan jenis ABC yang harus diproduksi, jika jumlah permintaan sebanyak 4000 kemasan, dan persediaan di gudang masih 300 kemasan, apabila proses produksi perusahaan tersebut menggunakan 4 aturan *fuzzy* sebagai berikut:

[R1] IF permintaan TURUN And persediaan BANYAK THEN produksi barang BERKURANG;

[R2] IF permintaan TURUN And persediaan SEDIKIT THEN produksi barang BERKURANG;

[R3] IF permintaan NAIK And persediaan BANYAK THEN produksi barang BERTAMBAH;

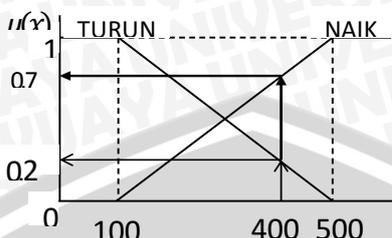
[R4] IF permintaan NAIK And persediaan SEDIKIT THEN produksi barang BERKURANG;

Langkah 1: Fuzzifikasi

Ada 3 variabel *fuzzy* yang dapat dimodelkan menjadi grafik keanggotaan seperti berikut:

1. Permintaan; terdiri atas himpunan *fuzzy* NAIK dan TURUN

Kurva permintaan yang terdiri dari himpunan *fuzzy* naik dan turun digambarkan pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Grafik permintaan

Persamaan permintaan turun yang merujuk pada persamaan 2-2 dan persamaan 2-4:

$$\mu_{TURUN}(X) = \begin{cases} 1; & x \leq 1000 \\ \frac{5000-x}{4000}; & 1000 \leq x \leq 5000 \\ 0; & x \geq 5000 \end{cases}$$

Persamaan permintaan naik yang merujuk pada persamaan 2-1 dan persamaan 2-4:

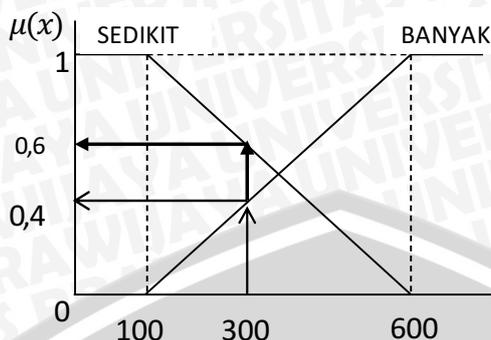
$$\mu_{NAIK}(X) = \begin{cases} 0; & x \leq 1000 \\ \frac{x-1000}{4000}; & 1000 \leq x \leq 5000 \\ 1; & x \geq 5000 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan untuk permintaan 4000 adalah :

$$\begin{aligned} \mu_{TURUN}(4000) &= (5000-4000)/4000 \\ &= 0,25 \\ \mu_{NAIK}(4000) &= (4000-1000)/4000 \\ &= 0,75 \end{aligned}$$

2. Persediaan; terdiri dari himpunan *fuzzy* SEDIKIT dan BANYAK

Kurva persediaan yang terdiri dari himpunan *fuzzy* sedikit dan banyak digambarkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Grafik persediaan

Persamaan persediaan sedikit merupakan persamaan yang merujuk pada persamaan 2-2 dan persamaan 2-4:

$$\mu_{SEDIKIT}(Y) = \begin{cases} 1; & y \leq 100 \\ \frac{600 - y}{500}; & 100 \leq x \leq 600 \\ 0; & y \geq 600 \end{cases}$$

Persamaan persediaan banyak merupakan persamaan yang merujuk pada persamaan 2-1 dan persamaan 2-4:

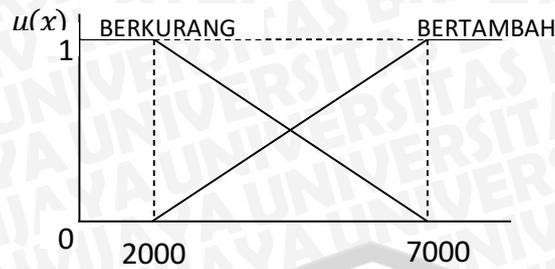
$$\mu_{BANYAK}(X) = \begin{cases} 0; & x \leq 100 \\ \frac{x-100}{500}; & 100 \leq x \leq 600 \\ 1; & x \geq 600 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan untuk persediaan 300 adalah:

$$\begin{aligned} \mu_{SEDIKIT}(300) &= (600-300)/500 \\ &= 0,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{BANYAK}(300) &= (300-100)/500 \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

3. Produksi Barang; terdiri atas himpunan *fuzzy* BERKURANG dan BERTAMBAH
Kurva persediaan yang terdiri dari himpunan *fuzzy* sedikit dan banyak digambarkan pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Grafik produksi barang

Persamaan produksi berkurang merupakan persamaan yang merujuk pada persamaan 2-2 dan persamaan 2-4:

$$\mu_{BERKURANG}(Z) = \begin{cases} 1; z \leq 2000 \\ \frac{7000-x}{5000}; 2000 \leq z \leq 7000 \\ 0; z \geq 7000 \end{cases}$$

Persamaan produksi bertambah merupakan persamaan yang merujuk pada persamaan 2-1 dan persamaan 2-4:

$$\mu_{BERTAMBAH}(Z) = \begin{cases} 0; z \leq 2000 \\ \frac{x-2000}{7000}; 2000 \leq z \leq 7000 \\ 1; z \geq 7000 \end{cases}$$

Langkah 2: Pembentukan rule

Dalam hal ini rule-rule yang dibentuk sesuai dengan yang diketahui dalam soal

[R1] IF permintaan TURUN And persediaan BANYAK THEN produksi barang BERKURANG;

[R2] IF permintaan TURUN And persediaan SEDIKIT THEN produksi barang BERKURANG;

[R3] IF permintaan NAIK And persediaan BANYAK THEN produksi barang BERTAMBAH;

[R4] IF permintaan NAIK And persediaan SEDIKIT THEN produksi barang BERKURANG;

Langkah 3 : Mesin Inferensi

Pada mesin inferensi, diterapkan fungsi MIN untuk setiap aturan pada aplikasi fungsi implikasinya

[R1] IF permintaan TURUN And persediaan BANYAK THEN produksi barang BERKURANG;

Perhitungan α -predikat dari hasil derajat keanggotaan permintaan turun dan persediaan banyak:

$$\alpha - predikat_1 = \mu_{pmtTURUN} \cap \mu_{psdBANYAK}$$



$$\begin{aligned}
 &= \min (\mu_{pmtTURUN} (4000), \mu_{psdBANYAK} (300)) \\
 &= \min (0,25 ; 0,4) \\
 &= 0,25
 \end{aligned}$$

Lihat himpunan BERKURANG pada grafik keanggotaan variabel Produksi Barang,

Perhitungan mencari nilai z :

$$(7000-z) / 5000 = 0,25 \qquad z_1 = 5750$$

[R2] IF permintaan TURUN And persediaan SEDIKIT THEN produksi barang BERKURANG;

Perhitungan α -predikat dari hasil derajat keanggotaan permintaan turun dan persediaan sedikit:

$$\begin{aligned}
 \alpha - predikat_2 &= \mu_{pmtTURUN} \cap \mu_{psdSEDIKIT} \\
 &= \min (\mu_{pmtTURUN} (4000), \mu_{psdSEDIKIT} (300)) \\
 &= \min (0,25 ; 0,6) \\
 &= 0,25
 \end{aligned}$$

Lihat himpunan BERKURANG pada grafik keanggotaan variabel Produksi Barang,

Perhitungan mencari nilai z :

$$(7000-z) / 5000 = 0,25 \qquad z_2 = 5750$$

[R3] IF permintaan NAIK And persediaan BANYAK THEN produksi barang BERTAMBAH;

Perhitungan α -predikat dari hasil derajat keanggotaan permintaan naik dan persediaan banyak:

$$\begin{aligned}
 \alpha - predikat_3 &= \mu_{pmtNAIK} \cap \mu_{psdBANYAK} \\
 &= \min (\mu_{pmtNAIK} (4000), \mu_{psdBANYAK} (300)) \\
 &= \min (0,75 ; 0,4) \\
 &= 0,4
 \end{aligned}$$

Lihat himpunan BERTAMBAH pada grafik keanggotaan variabel Produksi Barang,

Perhitungan mencari nilai z :

$$(z-2000) / 5000 = 0,4 \qquad z_3 = 4000$$

[R4] IF permintaan NAIK And persediaan SEDIKIT THEN produksi barang BERKURANG;

Perhitungan α -predikat dari hasil derajat keanggotaan permintaan naik dan persediaan sedikit:



$$\begin{aligned}
\alpha - \text{predikat}_4 &= \mu_{\text{pmtNAIK}} \cap \mu_{\text{psdSEDIKIT}} \\
&= \min(\mu_{\text{pmtNAIK}}(4000), \mu_{\text{psdSEDIKIT}}(300)) \\
&= \min(0,75; 0,6) \\
&= 0,6
\end{aligned}$$

Lihat himpunan BERTAMBAH pada grafik keanggotaan variabel Produksi Barang, Perhitungan mencari nilai z :

$$(z-2000) / 5000 = 0,6 \qquad z4 = 5000$$

Langkah 4 : Defuzzifikasi

Nilai tegas z dapat dicari menggunakan rata-rata terbobot (Persamaan 2-10), yaitu :

$$\begin{aligned}
Z &= \frac{\alpha \text{pred}_1 * z_1 + \alpha \text{pred}_2 * z_2 + \alpha \text{pred}_3 * z_3 + \alpha \text{pred}_4 * z_4}{\alpha \text{pred}_1 + \alpha \text{pred}_2 + \alpha \text{pred}_3 + \alpha \text{pred}_4} \\
Z &= \frac{0,25 * 5750 + 0,25 * 5750 + 0,4 * 4000 + 0,6 * 5000}{0,25 + 0,25 + 0,4 + 0,6} = \frac{7475}{1,5} = 4983
\end{aligned}$$

Jadi jumlah makanan kaleng jenis ABC yang harus diproduksi sebanyak 4983 kemasan.

Metode *Fuzzy Tsukamoto* dipilih karena setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN direpresentasikan dengan himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton, sehingga lebih cocok digunakan dalam melakukan perhitungan diagnosa penyakit pada tanaman jagung. Sebagai hasil, output dari setiap aturan diberikan secara tegas berdasarkan α , kemudian diperoleh hasil akhir dengan menggunakan rata-rata terpusat (Abdurahman, 2011).

2.7 Pengujian sistem

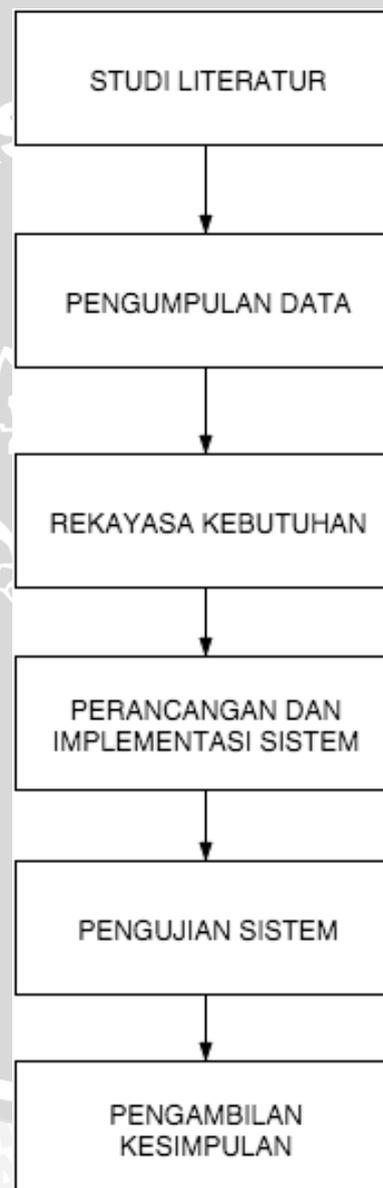
Pengujian sistem merupakan pengujian keberhasilan dan akurasi sistem yang telah dibuat pada tahap implementasi. Pengujian sistem dilakukan melalui dua cara yaitu pengujian fungsionalitas dan pengujian akurasi. Pengujian fungsionalitas akan menguji fungsionalitas sistem dapat berjalan dengan baik.

Sedangkan pengujian akurasi merupakan pengujian untuk seberapa dekat suatu nilai hasil pengukuran terhadap nilai sebenarnya (*true value* atau *reference value*). Dalam pengujian akurasi disediakan beberapa kasus uji yang akan didiagnosa oleh seorang pakar dan sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*. Hasil diagnosa sistem akan dicocokkan dengan hasil diagnosa pakar untuk mendapatkan nilai akurasi sistem. (Hanafi, M, & Pramono, 2010). Rumusan untuk menghitung akurasi ditulis pada persamaan 2-11.

$$\text{Akurasi \%} = \frac{\text{Jumlah data uji benar}}{\text{Jumlah total data uji}} \times 100\% \qquad (2-11)$$

BAB 3 METODOLOGI

Bab ini menjelaskan tentang langkah-langkah atau cara sistematis untuk menyelesaikan masalah dalam penelitian. Metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu studi literature, pengumpulan data, analisa dan perancangan sistem, implementasi sistem, dan pengambilan kesimpulan. Gambar 3.1 merupakan diagram blok yang berisi tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian yang diusulkan.



Gambar 3.1 Bagan Metodologi Penelitian

3.1 Studi literatur

Pada tahap ini dilakukan pembelajaran literatur atau pustaka dari bidang-bidang ilmu yang berhubungan dengan pemodelan sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung, diantaranya:

1. Algoritma *Fuzzy Tsukamoto*.
2. Identifikasi penyakit pada tanaman jagung.

Literatur diperoleh dari jurnal, paper, buku, dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

3.2 Pengumpulan data

Lokasi penelitian skripsi ini terletak di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur, Jl. Raya Karangploso, Km. 4, Kota Malang, Jawa Timur. Variabel penelitian pada skripsi ini adalah berbagai macam penyakit yang menyerang tanaman jagung dan bagaimana cara pengendaliannya berdasarkan hasil perhitungan nilai probabilitas gejala untuk setiap penyakit dengan metode *Fuzzy Tsukamoto*. Pengumpulan data pada penelitian ini juga melalui wawancara dengan seorang pakar dari BPTP Jawa Timur, Prof. Ir. Moch. Cholil Mahfud, Ph.D.

Metode pengumpulan data untuk penelitian terbagi menjadi dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapat langsung dari responden penelitian. Metode pengumpulan data primer bersifat kuantitatif, dengan arti dapat menggunakan data dari hasil wawancara dengan pakar. Data sekunder adalah data yang dikumpulkan oleh sumber lain dan tidak dipersiapkan untuk penelitian tetapi dapat digunakan untuk penelitian seperti melalui jurnal literatur.

Berdasarkan Tabel 3.1, penentuan kebutuhan data penelitian adalah sebagai berikut:

1. Data mengenai penyakit pada tanaman jagung. Sumber data didapat dari pakar tanaman jagung dengan metode wawancara.
2. Data kasus tanaman jagung yang terserang penyakit. Sumber data didapat dari BPTP Jawa Timur melalui observasi keberkebunan. Data digunakan dalam proses perhitungan dengan metode *Fuzzy Tsukamoto*.

Tabel 3.1 Penentuan kebutuhan data penelitian

No.	Kebutuhan Data	Sumber Data	Metode	Kegunaan Data
1.	Data penyakit tanaman jagung.	Pakar	Wawancara	Dasar pengetahuan mengenai penyakit tanaman jagung.

Tabel 3.1 Penentuan kebutuhan data penelitian

No.	Kebutuhan Data	Sumber Data	Metode	Kegunaan Data
2.	Data kasus tanaman jagung yang terserang penyakit.	BPTP Jawa Timur, Kota Malang	Observasi	Digunakan pada proses perhitungan dengan metode <i>Fuzzy-Tsukamoto</i> .

3.3 Rekayasa kebutuhan

Rekayasa kebutuhan menjelaskan mengenai analisa kebutuhan sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung yang akan dibangun. Analisa kebutuhan tersebut mulai dari analisa kebutuhan fungsional, kebutuhan non fungsional, kebutuhan masukan, kebutuhan proses, kebutuhan keluaran, spesifikasi perangkat keras, spesifikasi perangkat lunak, spesifikasi media input dan output, batasan serta lingkungan operasi sistem.

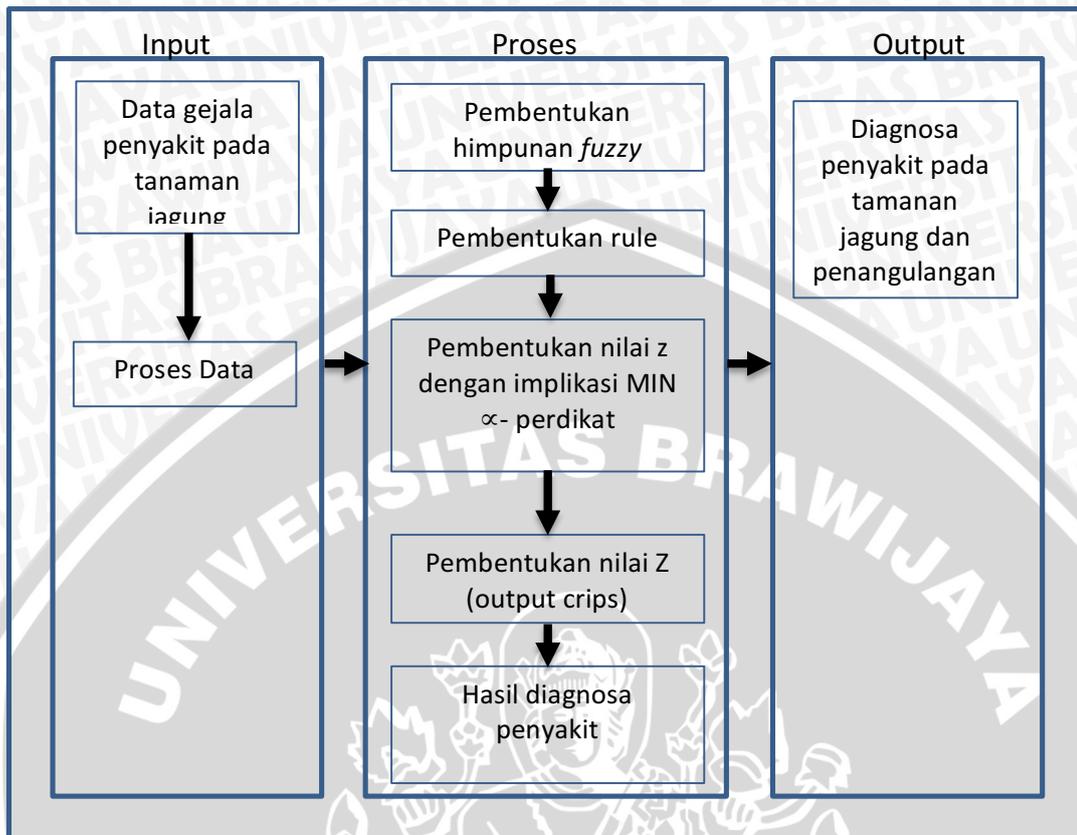
3.4 Perancangan dan implementasi

Pada tahap ini menjelaskan mengenai bagaimana sistem dirancang dan bagaimana pengimplementasiannya sesuai dengan rancangan yang sudah dibuat sehingga menjadi sebuah sistem.

3.4.1 Perancangan

Perancangan Sistem merupakan tahapan yang dilakukan untuk merancang sistem baik dari segi model maupun arsitektur. Langkah-langkah kerja sistem disesuaikan dengan arsitektur yang telah dirancang.

Model perancangan sistem menjabarkan mengenai kinerja sistem secara terstruktur, dimulai dari *input* hingga *output* yang dihasilkan. Diagram model perancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Model Perancangan Sistem Diagnosa Penyakit Tanaman Jagung

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

1. *Input*

Input merupakan masukan dari pengguna berupa gejala penyakit berdasarkan data penyakit yang menyerang tanaman jagung.

2. *Proses*

Proses diawali dengan pembentukan himpunan *fuzzy hingga* dihasilkan diagnosa penyakit.

3. *Output*

Keluaran dari sistem pakar diagnosa tanaman jagung ini berupa hasil diagnosa penyakit yaitu jenis penyakit yang menyerang tanaman jagung.

3.4.2 Implementasi

Implementasi adalah tahap pembentukan sistem, dalam tahap implementasi, semua hal yang didapatkan dari proses studi literatur diterapkan. Pembangunan sistem mengacu pada tahap perancangan sistem. Pengembangan sistem dilakukan dengan bahasa pemrograman *PHP*. Tahapan-tahapan dalam implementasi antara lain:

1. Pembobotan nilai pada gejala penyakit.
2. Pembuatan antarmuka pengguna berupa halaman-halaman web.

3. Memasukkan data penelitian ke dalam suatu database MySQL untuk diolah menjadi informasi yang berguna bagi sistem.
4. Penerapan metode *Fuzzy Tsukamoto* dalam program yang dibuat menggunakan bahasa PHP.

Output sistem berupa informasi hasil diagnosa pada jagung beserta solusi penanggulangannya.

3.5 Pengujian sistem

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 pakar dengan tujuan membandingkan hasil diagnosa sistem dengan hasil diagnosa pakar untuk mendapatkan tingkat akurasi sistem.

3.6 Pengambilan kesimpulan

Pengambilan kesimpulan dilakukan setelah semua tahapan perancangan, implementasi, dan pengujian metode yang diterapkan telah selesai dilakukan. Kesimpulan diambil dari hasil pengujian dan analisis metode yang diterapkan. Tahap terakhir dari penulisan adalah saran yang dimaksudkan untuk memberikan pertimbangan atas pengembangan metode selanjutnya.

BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN

Bab ini akan menjelaskan mengenai spesifikasi kebutuhan sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung yang akan dibangun. Dokumen ini digunakan oleh pengembang sistem atau pengguna sebagai pedoman teknis dalam mengembangkan sistem ke tahap selanjutnya.

4.1 Deskripsi umum sistem

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem yang bisa mendiagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*. Pengembangan ini mengubah pengetahuan pakar kedalam sebuah sistem yang bisa digunakan oleh petani-petani ataupun pengguna umum sehingga diharapkan bisa membantu dalam penanggulangan serangan penyakit pada tanaman jagung.

4.2 Analisa kebutuhan

Bagian ini menjelaskan tentang fungsi-fungsi yang dapat dijalankan oleh pengguna sistem diagnosa penyakit tanaman jagung adapun fungsi-fungsi yang dimiliki oleh sistem ini dijelaskan dalam subbab selanjutnya.

4.2.1 Analisa kebutuhan fungsional

Analisa kebutuhan fungsional dilakukan untuk menjabarkan mengenai fungsi-fungsi yang ada dalam sistem. Daftar kebutuhan fungsional ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Daftar Analisa Kebutuhan Fungsional

No.	Kode	Nama Fungsi	Deskripsi
1.	SRS_F_100	Menampilkan halaman utama	Sistem mampu menampilkan halaman utama (beranda) yang berisi informasi tanaman jagung.
2.	SRS_F_200	Melakukan diagnosa	Menu Diagnosa mampu mengantarkan pengguna menuju halaman formulir diagnosa.
3.	SRS_F_201	Menampilkan formulir diagnosa	Sistem mampu menampilkan formulir gejala-gejala penyakit tanaman jagung
4.	SRS_F_202	Menampilkan hasil diagnosa	Sistem mampu menampilkan hasil perhitungan, hasil

Tabel 4.1 Daftar Analisa Kebutuhan Fungsional

No.	Kode	Nama Fungsi	Deskripsi
			diagnosa gejala, dan solusi dengan benar.
5.	SRS_F_300	Menampilkan informasi data rule	Menu informasi data rule dapat menampilkan data rule yang menjadi acuan perhitungan sistem.
6.	SRS_F_301	Menampilkan informasi data gejala	Menu informasi data gejala dapat menampilkan data gejala yang menjadi acuan diagnosa.
7.	SRS_F_400	Menampilkan informasi penyakit jagung	Menu informasi penyakit jagung mampu menampilkan halaman informasi mengenai penyakit tanaman jagung.
8.	SRS_F_500	Menampilkan informasi tentang	Menu Tentang mampu menampilkan halaman informasi mengenai sistem dan pengembang.

4.2.2 Analisa kebutuhan non fungsional

Analisa kebutuhan non fungsional dilakukan untuk menjabarkan mengenai spesifikasi kebutuhan selain fungsional yang harus ada dalam sistem. Daftar kebutuhan non fungsional ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Daftar Analisa Kebutuhan Non-Fungsional

No.	Kode	Kebutuhan	Deskripsi
1.	SRS_NF_100	<i>Availability</i>	Sistem dapat beroperasi selama waktu yang ditentukan.
2.	SRS_NF_200	<i>Response Time</i>	Sistem dapat melakukan pemrosesan data secara tepat waktu.

4.2.3 Analisa kebutuhan masukan

Analisa kebutuhan masukan menjelaskan mengenai spesifikasi kebutuhan masukan yang harus dimasukkan oleh pengguna agar sistem dapat bekerja dengan baik. Pada sistem ini, fungsi yang membutuhkan masukan adalah fungsi diagnosa. Diagnosa dilakukan dengan mengamati gejala yang terdapat pada tanaman. Berdasarkan studi pustaka dan pengumpulan data yang telah dilakukan, terdapat 16 gejala yang dapat dijadikan pedoman untuk mengidentifikasi penyakit utama pada tanaman jagung. Daftar kebutuhan masukan ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Daftar Analisa Kebutuhan Masukan

No	Kode	Masukan yang dibutuhkan	Tujuan	Frekuensi	Format
1.	IRS_001	Gejala1	Data digunakan dalam perhitungan diagnosa	Diminta saat melakukan diagnosa	Pengguna memasukkan angka 0-100 dalam satuan persen
2.	IRS_002	Gejala2	Data digunakan dalam perhitungan diagnosa	Diminta saat melakukan diagnosa	Pengguna memasukkan angka 0-100 dalam satuan persen
3.	IRS_003	Gejala3	Data digunakan dalam perhitungan diagnosa	Diminta saat melakukan diagnosa	Pengguna memasukkan angka 0-100 dalam satuan persen
4.	IRS_004	Gejala4	Data digunakan dalam perhitungan diagnosa	Diminta saat melakukan diagnosa	Pengguna memasukkan angka 0-100 dalam satuan persen
5.	IRS_005	Gejala5	Data digunakan dalam perhitungan diagnosa	Diminta saat melakukan diagnosa	Pengguna memasukkan angka 0-100 dalam satuan persen
6.	IRS_006	Gejala6	Data digunakan dalam perhitungan diagnosa	Diminta saat melakukan diagnosa	Pengguna memasukkan angka 0-100 dalam satuan persen
7.	IRS_007	Gejala7	Data digunakan dalam perhitungan diagnosa	Diminta saat melakukan diagnosa	Pengguna memasukkan angka 0-100 dalam satuan persen
8.	IRS_008	Gejala8	Data digunakan dalam perhitungan diagnosa	Diminta saat melakukan diagnosa	Pengguna memasukkan angka 0-100 dalam satuan persen

Tabel 4.3 Daftar Analisa Kebutuhan Masukan

No	Kode	Masukan yang dibutuhkan	Tujuan	Frekuensi	Format
9.	IRS_009	Gejala9	Data digunakan dalam perhitungan diagnosa	Diminta saat melakukan diagnosa	Pengguna memasukkan angka 0-100 dalam satuan persen
10	IRS_010	Gejala10	Data digunakan dalam perhitungan diagnosa	Diminta saat melakukan diagnosa	Pengguna memasukkan angka 0-100 dalam satuan persen
11	IRS_011	Gejala11	Data digunakan dalam perhitungan diagnosa	Diminta saat melakukan diagnosa	Pengguna memasukkan angka 0-100 dalam satuan persen
12	IRS_012	Gejala12	Data digunakan dalam perhitungan diagnosa	Diminta saat melakukan diagnosa	Pengguna memasukkan angka 0-100 dalam satuan persen
13	IRS_013	Gejala13	Data digunakan dalam perhitungan diagnosa	Diminta saat melakukan diagnosa	Pengguna memasukkan angka 0-100 dalam satuan persen
14	IRS_014	Gejala14	Data digunakan dalam perhitungan diagnosa	Diminta saat melakukan diagnosa	Pengguna memasukkan angka 0-100 dalam satuan persen
15	IRS_015	Gejala15	Data digunakan dalam perhitungan diagnosa	Diminta saat melakukan diagnosa	Pengguna memasukkan angka 0-100 dalam satuan persen
16	IRS_016	Gejala16	Data digunakan dalam perhitungan diagnosa	Diminta saat melakukan diagnosa	Pengguna memasukkan angka 0-100 dalam satuan persen

4.2.4 Analisa kebutuhan proses

Analisa kebutuhan proses dilakukan untuk menjabarkan spesifikasi kebutuhan proses yang dijalankan gara sistem dapat bekerja dengan baik. Sistem ini menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*. Diagnosa dilakukan dengan mengambil kesimpulan berdasarkan masukan berupa gejala yang kemudian diterjemahkan ke dalam bahasa *fuzzy* kemudian diproses sesuai dengan rule yang diperoleh dari pakar. Sesuai dengan studi pustaka yang telah dilakukan, metode *Fuzzy Tsukamoto* memiliki 3 (tiga) tahap dalam mengambil kesimpulan. Tahap pertama fuzzifikasi. Untuk melakukan fuzzifikasi dibutuhkan data keanggotaan gejala. Sedangkan untuk melakukan inferensi diperlukan rule berdasarkan studi dan pengetahuan pakar. Defuzzifikasi membutuhkan data keanggotaan penyakit.

4.2.5 Analisa kebutuhan keluaran

Analisa kebutuhan keluaran dilakukan untuk menjabarkan mengenai spesifikasi kebutuhan keluaran yang harus ditampilkan sistem. Pada sistem ini, setelah proses selesai sistem akan menentukan penyakit apa yang terdeteksi. Sistem ini mengidentifikasi 5 penyakit utama yang sering menyebabkan kerusakan fatal. Setelah diidentifikasi, sistem akan merekomendasikan pengendalian kepada pengguna, sehingga dibutuhkan data pengendalian penyakit. Daftar kebutuhan keluaran ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Daftar Analisa Kebutuhan Keluaran

No	Kode	Keluaran yang dibutuhkan	Tujuan	Deskripsi
1.	ORS_001	Pengendalian Penyakit1	Memberikan rekomendasi dalam mengendalikan penyakit	Langkah-langkah dalam melakukan pengendalian agar penyakit tidak merusak lebih jauh
2.	ORS_002	Pengendalian Penyakit2	Memberikan rekomendasi dalam mengendalikan penyakit	Langkah-langkah dalam melakukan pengendalian agar penyakit tidak merusak lebih jauh
3.	ORS_003	Pengendalian Penyakit3	Memberikan rekomendasi dalam mengendalikan penyakit	Langkah-langkah dalam melakukan pengendalian agar penyakit tidak merusak lebih jauh
4.	ORS_004	Pengendalian Penyakit4	Memberikan rekomendasi dalam mengendalikan penyakit	Langkah-langkah dalam melakukan pengendalian agar penyakit tidak merusak lebih jauh

Tabel 4.4 Daftar Analisa Kebutuhan Keluaran

No	Kode	Keluaran yang dibutuhkan	Tujuan	Deskripsi
5.	ORS_005	Pengendalian Penyakit5	Memberikan rekomendasi dalam mengendalikan penyakit	Langkah-langkah dalam melakukan pengendalian agar penyakit tidak merusak lebih jauh

4.3 Kebutuhan spesifikasi sistem

4.3.1 Spesifikasi media input dan output

Pada saat sistem diakses akan menampilkan status secara langsung melalui monitor. Sistem mampu menyediakan input area untuk menerima masukan dari pengguna yang melalui keyboard atau alat masukan lainnya (keypad, touchscreen virtual keyboard, dll).

4.3.2 Spesifikasi perangkat keras

Kebutuhan minimum perangkat keras komputer untuk yang dapat digunakan adalah:

1. PC kompatibel dengan memory 512 MB.
2. Memiliki layar dengan resolusi minimal 176 x 220 pixel.

4.3.3 Spesifikasi perangkat lunak

Sistem ini membutuhkan OS yang memiliki browser kompatibel dengan HTML5, CSS3, dan JavaScript untuk menjalankan perangkat lunak pada server, serta terpasang DBMS MySQL dan webserver.

4.4 Batasan

Batasan-batasan yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak ini adalah:

1. Sistem ini hanya dikembangkan dengan bahasa pemrograman PHP.
2. DBMS yang digunakan adalah MySQL.
3. Sistem dijalankan di perangkat yang memiliki webserver.
4. Dapat berjalan di *browser* chrome dan mozilla firefox.

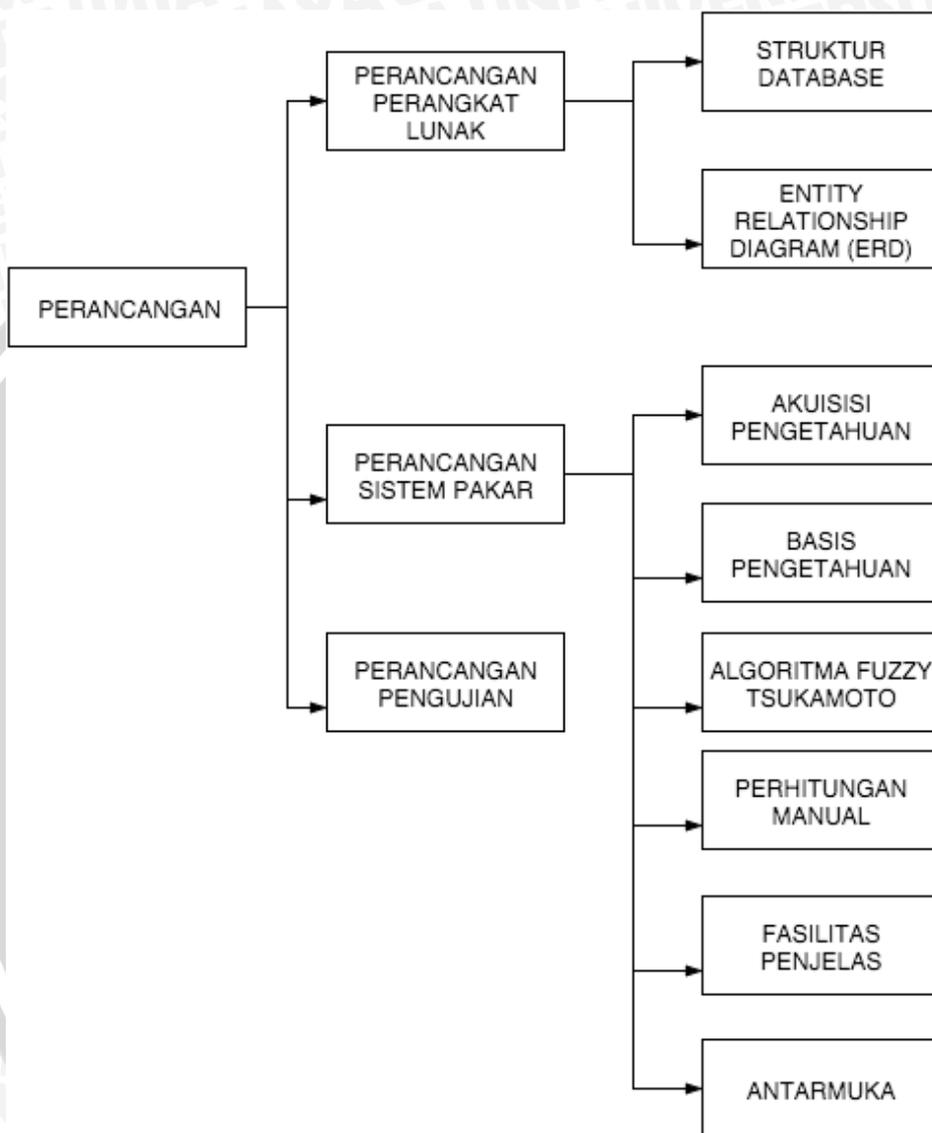
4.5 Lingkungan Operasi

Perangkat lunak yang dibutuhkan oleh sistem ini adalah:

- DBMS: MySQL
- WebServer: Apache

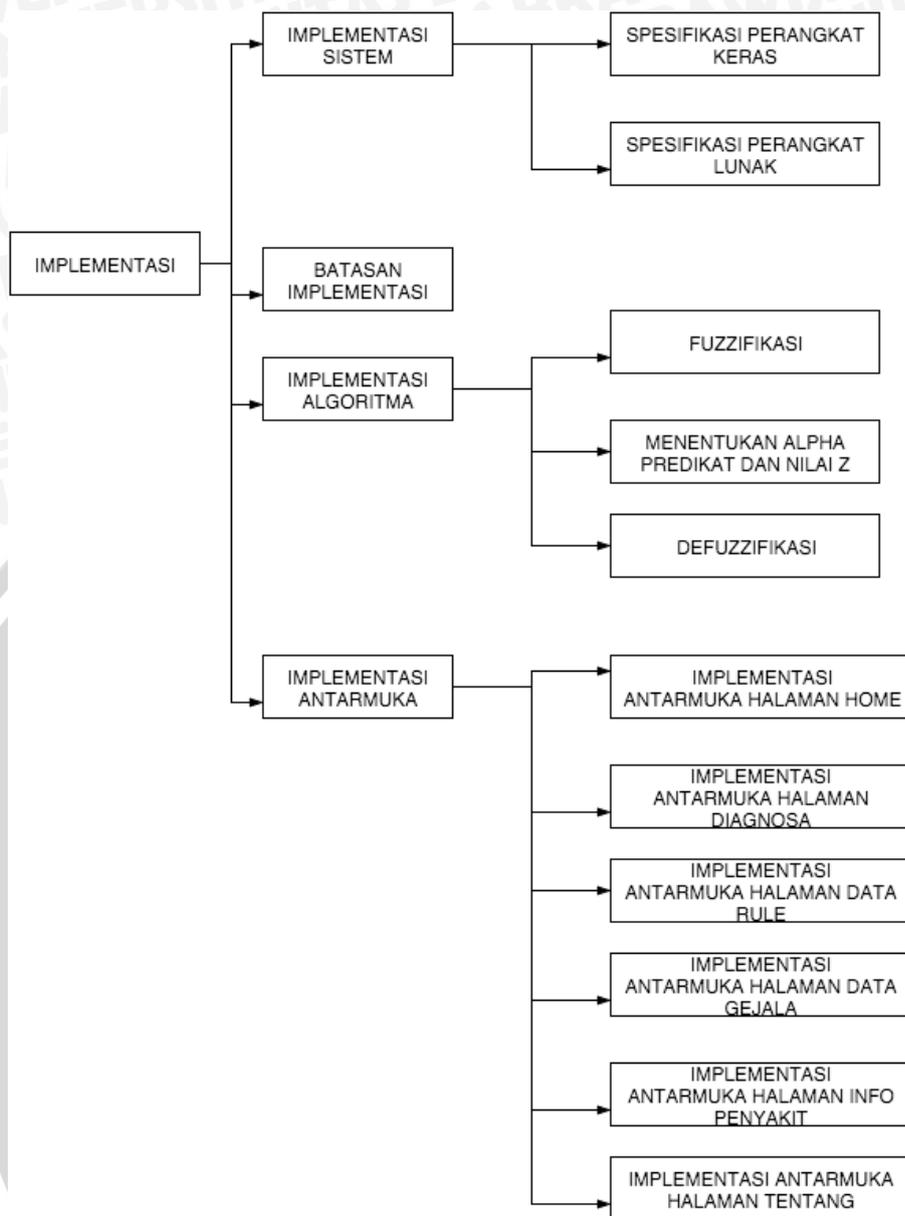
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini membahas tentang perancangan dan implementasi pada sistem untuk diagnosa penyakit tanaman jagung menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*. Pohon perancangan dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Pohon perancangan

Sedangkan pembahasan implementasi sistem terdiri dari penjelasan spesifikasi sistem, batasan implementasi, implementasi algoritma, dan implementasi antarmuka. Secara garis besar pembahasan implementasi dipetakan pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Pohon implementasi

5.1 Perancangan

Perancangan dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan perangkat lunak dan perancangan sistem. Perancangan perangkat lunak berisi tentang perancangan hubungan tiap komponen dalam sistem yang dikembangkan. Sedangkan perancangan sistem berisi proses perancangan pembangunan sistem mulai dari akuisisi pengetahuan sampai antarmuka sistem.

5.1.1 Perancangan perangkat lunak

Perancangan perangkat lunak dibuat untuk menjelaskan hubungan tiap komponen dalam sistem yang dikembangkan. Sistem yang dikembangkan menggunakan teknologi berbasis web dengan *framework codeigniter* untuk kemudian dibangun sebuah web yang berisikan komponen-komponen halaman web yang saling terkait. Perancangan tersebut dijelaskan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Perancangan halaman web

Nama Halaman	Keterangan	Tombol Navigasi
Halaman <i>Home</i>	Halaman awal yang diakses pengguna dengan penjelasan mengenai tanaman jagung.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Halaman <i>Home</i> 2. Halaman Diagnosa 3. Halaman <i>Data Rule</i> 4. Halaman <i>Data Gejala</i> 5. Halaman Info Penyakit 6. Halaman Tentang
Halaman Diagnosa	Berisi formulir diagnosa penyakit tanaman jagung untuk diproses dalam perhitungan <i>Fuzzy Tsukamoto</i> .	<ol style="list-style-type: none"> 1. Halaman <i>Home</i> 2. Halaman Diagnosa 3. Halaman <i>Data Rule</i> 4. Halaman <i>Data Gejala</i> 5. Halaman Penyakit Jagung 6. Halaman Tentang
Halaman <i>Data Rule</i>	Berisi informasi tentang rule-rule yang digunakan untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman jagung menggunakan metode tsukamoto.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Halaman <i>Home</i> 2. Halaman Diagnosa 3. Halaman <i>Data Rule</i> 4. Halaman <i>Data Gejala</i> 5. Halaman Info Penyakit 6. Halaman Tentang
Halaman <i>Data Gejala</i>	Berisi informasi tentang gejala-gejala penyakit pada tanaman jagung.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Halaman <i>Home</i> 2. Halaman Diagnosa 3. Halaman <i>Data Rule</i> 4. Halaman <i>Data Gejala</i> 5. Halaman Info Penyakit 6. Halaman Tentang
Halaman Info Penyakit	Berisi informasi tentang penyakit pada tanaman jagung.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Halaman <i>Home</i> 2. Halaman Diagnosa 3. Halaman <i>Data Rule</i> 4. Halaman <i>Data Gejala</i> 5. Halaman Info Penyakit 6. Halaman Tentang
Halaman Tentang	Berisi informasi tentang penggunaan dan pembuat sistem.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Halaman <i>Home</i> 2. Halaman Diagnosa 3. Halaman <i>Data Rule</i>

Tabel 5.1 Perancangan halaman web

Nama Halaman	Keterangan	Tombol Navigasi
		4. Halaman <i>Data Gejala</i> 5. Halaman Info Penyakit 6. Halaman Tentang

5.1.1.1 Struktur database

Database pada sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung ini memiliki 5 entitas yang terdiri dari *tg_penyakit*, *tg_gejala*, *tg_objek*, *tg_rule*, dan *tg_stukamoto*. Penjelasan lebih lanjut mengenai struktur database sistem adalah sebagai berikut :

1. Tabel *tg_penyakit*

Tabel *tg_penyakit* pada database berisikan data jenis-jenis penyakit pada tanaman jagung beserta pengendaliannya. Tabel tersebut berisikan atribut-atribut yaitu *id_penyakit*, *nama_penyakit*, dan *pengendalian*. Tabel database tersebut dijelaskan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Tabel *tg_penyakit*

Nama kolom	Tipe data (Length)
<i>id_penyakit</i>	varchar(11)
<i>nama_penyakit</i>	varchar(35)
<i>pengendalian</i>	text

2. Tabel *tg_gejala*

Tabel *tg_gejala* pada database berisi data gejala—gejala penyakit pada tanaman jagung. Pada tabel tersebut terdapat beberapa atribut yaitu *id_gejala* dan *nama_gejala*. Tabel database tersebut dijelaskan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Tabel *tg_gejala*

Nama Kolom	Tipe data (Lenght)
<i>id_gejala</i>	varchar(11)
<i>nama_penyakit</i>	text

3. Tabel *tg_objek*

Tabel *tg_objek* pada database berisi nilai-nilai batas atas dan batas bawah beserta keterangantingkat *fuzzy* pada setiap gejala dan penyakit yang ada. Pada

tabel tersebut berisi beberapa atribut yaitu id_objek, kode_objek, tingkat, skor, batas_atas, dan batas_bawah. Tabel database tersebut dijelaskan pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Tabel jg_objek

Nama Kolom	Type data (Lenght)
<u>id_objek</u>	int(11)
kode_objek	varchar(11)
tingkat	varchar(11)
skor	float
batas_atas	float
batas_bawah	float

4. Tabel jg_rule

Tabel jg_rule pada database berisi rule-rule yang digunakan dalam perhitungan metode *Fuzzy Tsukamoto*. Pada tabel tersebut berisi beberapa atribut yaitu id_rule, g1,g2,g3,g4,g5,g6,g7,g8,g9,g10,g11,g12,g13,g14,g15,g16, dan id_penyakit. Tabel database tersebut dijelaskan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Tabel jg_rule

Nama Kolom	Type data (Lenght)
<u>Id_rule</u>	Int(11)
G1	Varchar(11)
G2	Varchar(11)
G3	Varchar(11)
G4	Varchar(11)
G5	Varchar(11)
G6	Varchar(11)
G7	Varchar(11)
G8	Varchar(11)
G9	Varchar(11)
G10	Varchar(11)
G11	Varchar(11)
G12	Varchar(11)

Tabel 5.5 Tabel jg_rule

Nama Kolom	Tipe data (Lenght)
G13	Varchar(11)
G14	Varchar(11)
G15	Varchar(11)
G16	Varchar(11)
Id_penyakit	Varchar(11)

5. Tabel jg_tsukamoto

Tabel jg_tsukamoto pada database digunakan untuk menyimpan hasil perhitungan drai metode *Fuzzy Tsukamoto*. Pada tabel tersebut berisi beberapa atribut yaitu id_tsukamoto, g1, g2, g3, g4, g5, g6, g7, g8, g9, g10, g11, g12, g13, g14, g15, g16, id_penyakit. Tabel database tersebut dijelaskan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Tabel jg_tsukamoto

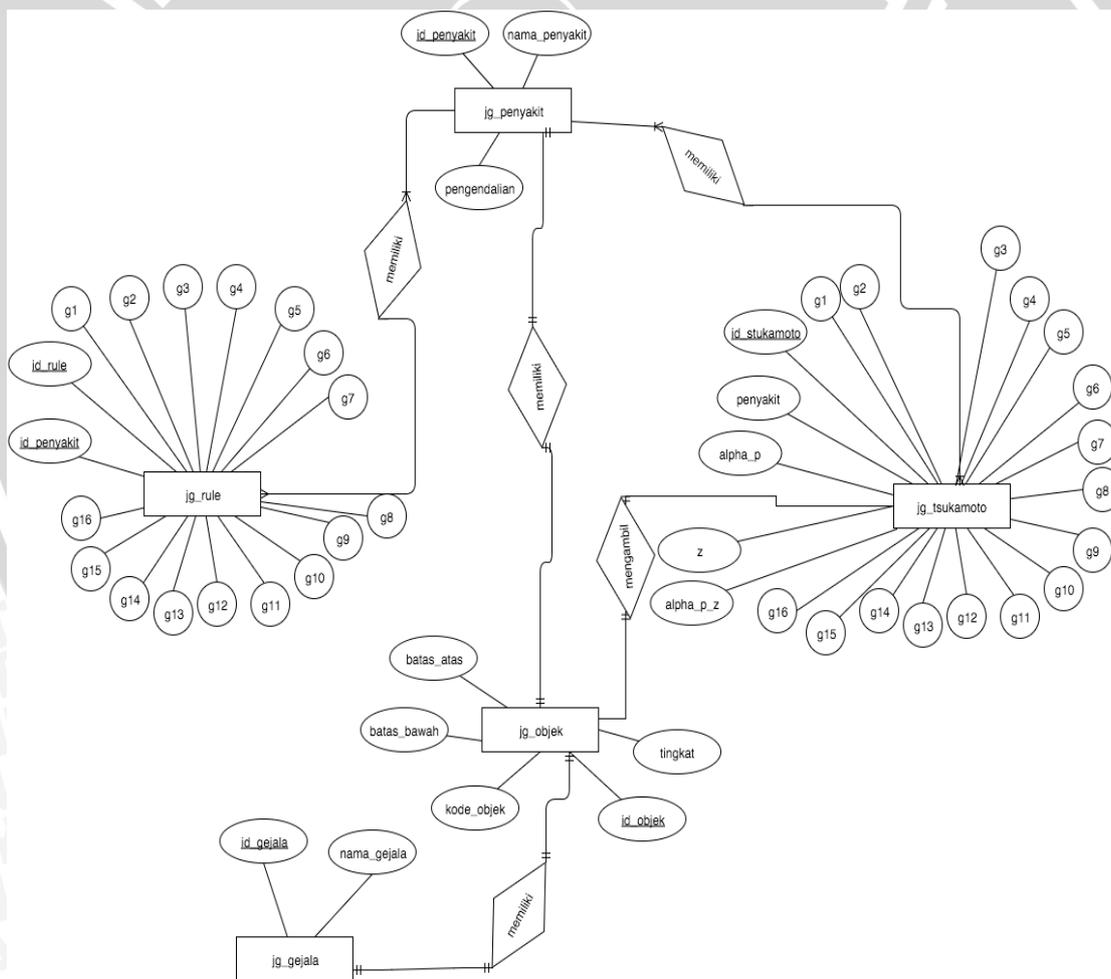
Nama Kolom	Tipe data (Length)
<u>Id tsukamoto</u>	Int(11)
G1	float
G2	float
G3	float
G4	float
G5	float
G6	float
G7	float
G8	float
G9	float
G10	float
G11	float
G12	float
G13	float
G14	float
G15	float
G16	float

Tabel 5.6 Tabel jg_tsukamoto

Nama Kolom	Tipe data (Length)
Penyakit	Varchar(11)
Alpha_p	float
Z	float
Alpha_p_z	float

5.1.1.2 Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) digunakan untuk memodelkan basis data beserta hubungan antar data di dalamnya. ERD pada sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung ini terdapat 5 entitas yang digunakan yaitu jg_penyakit, jg_gejala, jg_rule, jg_objek dan jg_tsukamoto. Rancangan ERD sistem ini dijelaskan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.3 ERD Diagram

5.1.2 Perancangan sistem

Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai perancangan sistem yang merujuk pada arsitektur sistem pakar yang telah dijelaskan sebelumnya dengan perubahan sedemikian rupa sesuai dengan kebutuhan. Perancangan sistem terdiri dari beberapa proses, diantaranya adalah akuisisi pengetahuan, basis pengetahuan, algoritma *Fuzzy Tsukamoto*, perhitungan manual, fasilitas penjelas, dan antarmuka.

5.1.2.1 Akuisisi pengetahuan

Akuisisi pengetahuan adalah akumulasi, transfer, dan transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari sumber pengetahuan kedalam komputer dan menaruhnya dalam basis pengetahuan dengan format tertentu. Pada tahap ini knowledge engineer berusaha menyerap pengetahuan untuk selanjutnya ditransfer kedalam basis pengetahuan. Pengetahuan yang ada dapat diperoleh dari buku, internet, serta pengetahuan yang berasal dari pakar. Metode yang digunakan dalam akuisisi pengetahuan, yaitu:

1. Wawancara

Metode ini melibatkan pembicaraan langsung dengan seorang pakar. Tujuan metode ini ialah untuk memperoleh pengetahuan pakar pada domain permasalahan pada penelitian. Pada wawancara, peneliti mengumpulkan informasi mengenai penyakit utama tanaman jagung, gejala-gejalanya, dan cara penanggulangannya. Peneliti menerapkan metode wawancara melalui pakar tanaman jagung di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur, Jl. Raya Karangploso, Km. 4, Kota Malang, Jawa Timur. Peneliti melakukan wawancara dengan pakar yaitu Prof. Ir. Moch. Cholil Mahfud, Ph.D.

2. Analisa Protokol (Aturan)

Analisa protokol merupakan suatu proses dimana seorang pakar diminta untuk merepresentasikan pengetahuan dan pemikirannya untuk dijadikan aturan dalam basis pengetahuan pada diagnosa penyakit pada tanaman jagung. Pakar memberikan informasi seputar penyakit pada tanaman jagung yang menyerang pada daun. Informasi tersebut terdiri dari jenis penyakit pada tanaman jagung, gejala-gejala yang sering menyerang, solusi penanggulangan, skor, dan range tiap gejala. Skor dan range nantinya akan digunakan dalam perhitungan *Fuzzy Tsukamoto*. Terdapat lima jenis penyakit tanaman jagung pada penelitian ini yaitu bulai, virus kerdil khlorotik, virus mozaik kerdil, hawar daun, dan bercak daun. Dari lima penyakit tersebut terdapat 16 gejala. Gejala-gejala tersebut dinyatakan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.7 Tabel gejala-gejala pada penyakit tanaman jagung

Gejala	Keterangan
G1	Daun berwarna khlorotik
G2	Warna khlorotik memanjang sejajar tulang daun dengan batas jelas
G3	Mengalami hambatan pertumbuhan
G4	Warna putih seperti tepung di permukaan atas dan bawah daun yang berwarna khlorotik
G5	Terbentuk anakan yang berlebihan, daun menggulung dan terpuntir
G6	Daun menguning atau kemerahan
G7	Ada warna hijau muda dan tua berbentuk mozaik
G8	Warna hijau muda / kekuning-kuningan memanjang sejajar tulang daun
G9	Bercak berwarna coklat muda, memanjang berbentuk kumparan / perahu
G10	Daun yang terserang tampak layu
G11	Beberapa bercak bersatu membentuk bercak yang lebih besar
G12	Lebar bercak 1-2cm, panjang 5-10cm. Dapat mencapai lebar 5cm, panjang 15cm
G13	Lesio pada daun memanjang diantara tulang daun, dengan ukuran mencapai 1,2 x 2,7 cm
G14	Lesio berbentuk bercak-bercak kecil menyerupai elip
G15	Lesio dikelilingi warna coklat
G16	Garis khlorotik diantara tulang daun

5.1.2.2 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan berisi tentang pengetahuan yang relevan yang diperlukan untuk memahami, merumuskan, dan memecahkan persoalan. Basis pengetahuan tersebut terdiri dari dua bentuk pendekatan yaitu pendekatan berbasis aturan yang direpresentasikan dalam bentuk fakta dan pendekatan berbasis kasus berisi tentang solusi yang telah dicapai sebelumnya dan diturunkan berdasarkan keadaan yang terjadi sekarang. Aturan-aturan tersebut dinyatakan pada tabel lampiran A.

Selain tabel aturan-aturan juga terdapat tabel aturan keanggotaan tiap gejala penyakit tanaman jagung. Pada tabel 5.8 adalah tabel nilai derajat keanggotaan

tiap gejala penyakit tanaman jagung. Masing-masing gejala memiliki tingkatan yang berbeda dan diberikan skor serta range batas atas dan bawah yang telah dikonsultasikan dengan pakar.

Tabel 5.8 Daftar nilai derajat keanggotaan tiap gejala penyakit tanaman jagung

gejala	Nama gejala	Penyakit	Opsi	Batas Bawah	Batas Atas
G1	Daun berwarna khlorotik	1. Bulai	Sedikit	0	50
		2. Virus Kerdil Khlorotik	Sedang	25	75
			Banyak	50	100
G2	Warna khlorotik memanjang sejajar tulang daun dengan batas jelas	1. Bulai	Sedikit	0	50
			Sedang	25	75
			Banyak	50	100
G3	Mengalami hambatan pertumbuhan	1. Bulai	Sedikit	0	50
		2. Virus Kerdil Khlorotik	Sedang	25	75
		3. Virus Mozaik Kerdil	Banyak	50	100
G4	Warna putih seperti tepung di permukaan atas dan bawah daun yang berwarna khlorotik	1. Bulai	Sedikit	0	50
			Sedang	25	75
			Banyak	50	100
G5	Terbentuk anakan yang berlebihan, daun menggulung dan terpuntir	1. Bulai	Sedikit	0	50
			Sedang	25	75
			Banyak	50	100
G6	Daun menguning atau kemerahan	1. Virus Kerdil Khlorotik	Sedikit	0	50
			Sedang	25	75
			Banyak	50	100
G7	Ada warna hijau muda dan tua berbentuk mozaik	1. Virus Mozaik Kerdil	Sedikit	0	50
			Sedang	25	75
			Banyak	50	100
G8	Warna hijau muda / kekuning-kuningan memanjang sejajar tulang daun	1. Virus Mozaik Kerdil	Sedikit	0	50
			Sedang	25	75
			Banyak	50	100
G9	Bercak berwarna coklat muda, memanjang berbentuk kumparan / perahu	1. Hawar Daun	Sedikit	0	50
			Sedang	25	75
			Banyak	50	100
G10		1. Hawar Daun	Sedikit	0	50

Tabel 5.8 Daftar nilai derajat keanggotaan tiap gejala penyakit tanaman jagung

gejala	Nama gejala	Penyakit	Opsi	Batas Bawah	Batas Atas
	Daun yang terserang tampak layu	2. Bercak aun	Sedang	25	75
			Banyak	50	100
G11	Beberapa bercak bersatu membentuk bercak yang lebih besar	1. Hawar Daun	Sedikit	0	50
			Sedang	25	75
			Banyak	50	100
G12	Lebar bercak 1-2cm, panjang 5-10cm. Dapat mencapai lebar 5cm, panjang 15cm	1. Hawar Daun	Sedikit	0	50
			Sedang	25	75
			Banyak	50	100
G13	Lesio pada daun memanjang diantara tulang daun, dengan ukuran mencapai 1,2 x 2,7 cm	1. Bercak Daun	Sedikit	0	50
			Sedang	25	75
			Banyak	50	100
G14	Lesio berbentuk bercak-bercak kecil menyerupai elip	1. Bercak Daun	Sedikit	0	50
			Sedang	25	75
			Banyak	50	100
G15	Lesio dikelilingi warna coklat	1. Bercak Daun	Sedikit	0	50
			Sedang	25	75
			Banyak	50	100
G16	Garis khlorotik diantara tulang daun	1. Virus Kerdil Khlorotik	Sedikit	0	50
			Sedang	25	75

Selanjutnya adalah nilai derajat keanggotaan dari tiap-tiap penyakit pada tanaman jagung yang digunakan untuk perhitungan penentuan nilai *deffuzifikasi* tiap penyakit. Nilai tersebut dijelaskan pada tabel

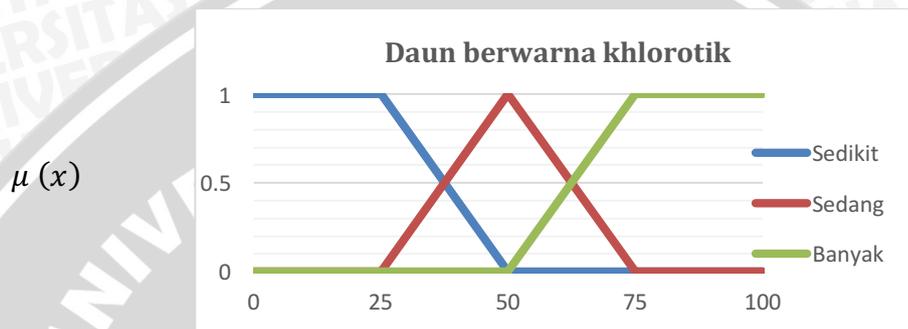
Tabel 5.9 Daftar nilai derajat keanggotan tiap penyakit tanaman jagung

No.	Penyakit	Opsi	Batas Bawah	Batas Atas
1	BULAI	ya	0	10
		tidak	0	100
2	VIRUS KERDIL KHLOROTIK	ya	0	10
		tidak	0	100
3	VIRUS MOSAIK KERDIL	ya	0	10
		tidak	0	100
4	HAWAR DAUN	ya	0	10
		tidak	0	100
5	BERCAK DAUN	ya	0	10
		tidak	0	100

Derajat Keanggotaan gejala dan penyakit

Derajat keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval 0 sampai 1. Berikut adalah masing-masing derajat anggota pada tiap gejala :

Pemetaan derajat keanggotaan gejala daun berwarna khlorotik digambarkan pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Gambar grafik fungsi keanggotaan daun berwarna kholortik

Fungsi keanggotaan gejala daun berwarna khorotik sedikit dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3 .

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ 1; & x \leq 25 \\ \frac{50 - x}{50 - 25}; & 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

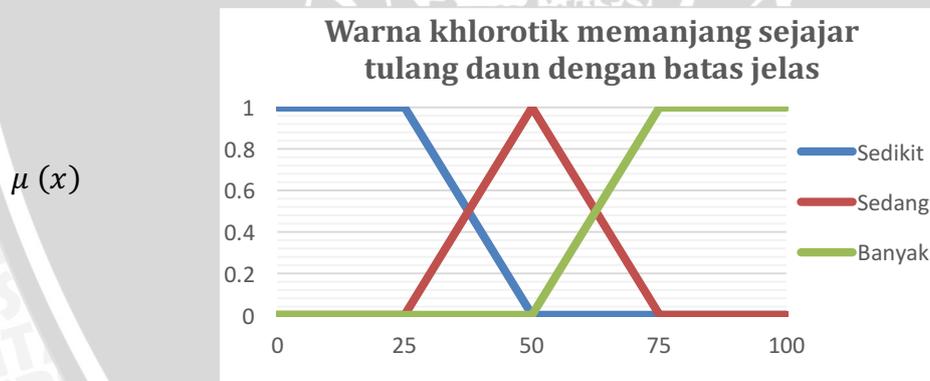
Fungsi keanggotaan gejala daun berwarna khorotik sedang dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu \text{ sedang } (x) = \begin{cases} 0; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x - 25}{50 - 25}; 25 < x < 50 \\ \frac{75 - x}{75 - 50}; 50 < x < 75 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala daun berwarna khorotik banyak dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu \text{ banyak } (x) = \begin{cases} 0; x \leq 50 \\ 1; x \geq 75 \\ \frac{x - 50}{75 - 50}; 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan gejala warna khlorotik memanjang sejajar tulang daun dengan batas jelas digambarkan pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Gambar grafik fungsi keanggotaan warna khlorotik memanjang sejajar tulang daun dengan batas jelas

Fungsi keanggotaan gejala warna khlorotik memanjang sejajar tulang daun dengan batas jelas sedikit dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu \text{ sedikit}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ 1; & x \leq 25 \\ \frac{50-x}{50-25}; & 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

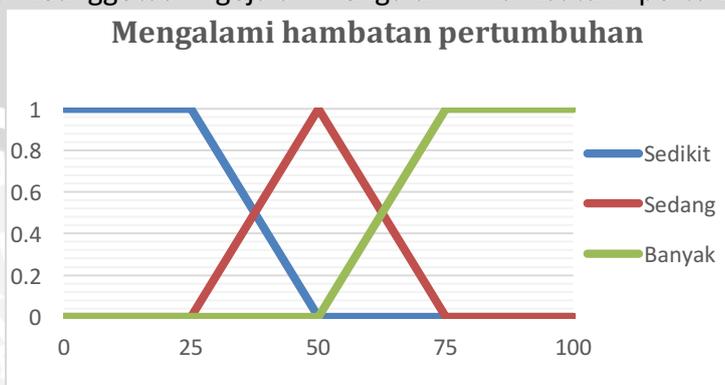
Fungsi keanggotaan gejala warna khlorotik memanjang sejajar tulang daun dengan batas jelas sedang dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu \text{ sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x-25}{50-25}; & 25 < x < 50 \\ \frac{75-x}{75-50}; & 50 < x < 75 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala warna khlorotik memanjang sejajar tulang daun dengan batas jelas banyak dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

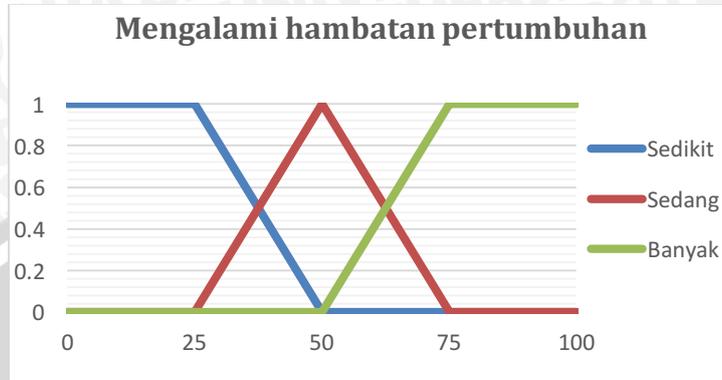
$$\mu \text{ banyak}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \\ 1; & x \geq 75 \\ \frac{x-50}{75-50}; & 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan gejala Mengalami hambatan pertumbuhan



digambarkan pada

Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Gambar grafik fungsi keanggotaan mengalami hambatan pertumbuhan

Fungsi keanggotaan gejala Mengalami hambatan pertumbuhan sedikit dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-2.

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ 1; & x \leq 25 \\ \frac{50 - x}{50 - 25}; & 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala Mengalami hambatan pertumbuhan sedang dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x - 25}{50 - 25}; & 25 < x < 50 \\ \frac{75 - x}{75 - 50}; & 50 < x < 75 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala Mengalami hambatan pertumbuhan banyak dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu_{\text{banyak}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \\ 1; & x \geq 75 \\ \frac{x - 50}{75 - 50}; & 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan Warna putih seperti tepung di permukaan atas dan bawah daun yang berwarna khlorotik digambarkan pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Gambar grafik fungsi keanggotaan Warna putih seperti tepung di permukaan atas dan bawah daun yang berwarna khlorotik

Fungsi keanggotaan gejala Warna putih seperti tepung di permukaan atas dan bawah daun yang berwarna khlorotik sedikit dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-2.

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ 1; & x \leq 25 \\ \frac{50 - x}{50 - 25}; & 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

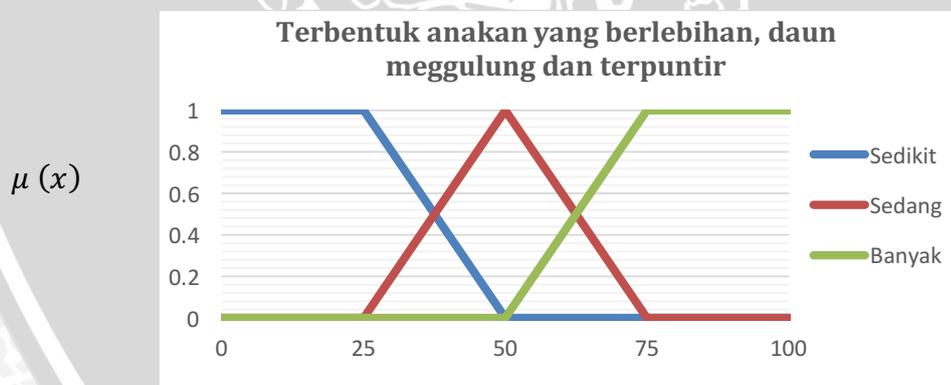
Fungsi keanggotaan gejala Warna putih seperti tepung di permukaan atas dan bawah daun yang berwarna khlorotik sedang dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu \text{ sedang } (x) = \begin{cases} 0; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x - 25}{50 - 25}; 25 < x < 50 \\ \frac{75 - x}{75 - 50}; 50 < x < 75 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala Warna putih seperti tepung di permukaan atas dan bawah daun yang berwarna khlorotik banyak dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu \text{ banyak } (x) = \begin{cases} 0; x \leq 50 \\ 1; x \geq 75 \\ \frac{x - 50}{75 - 50}; 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan gejala warna khlorotik memanjang sejajar tulang daun dengan batas jelas digambarkan pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Gambar grafik fungsi keanggotaan Terbentuk anakan yang berlebihan, daun meggulung dan terpuntir

Fungsi keanggotaan gejala Terbentuk anakan yang berlebihan, daun meggulung dan terpuntir sedikit dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-2.

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ 1; & x \leq 25 \\ \frac{50 - x}{50 - 25}; & 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala Terbentuk anakan yang berlebihan, daun menggulung dan terpuntir sedang dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x - 25}{50 - 25}; & 25 < x < 50 \\ \frac{75 - x}{75 - 50}; & 50 < x < 75 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala Terbentuk anakan yang berlebihan, daun menggulung dan terpuntir banyak dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu_{\text{banyak}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \\ 1; & x \geq 75 \\ \frac{x - 50}{75 - 50}; & 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan gejala Daun menguning atau kemerahan digambarkan pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Gambar grafik fungsi keanggotaan daun menguning atau kemerahan

Fungsi keanggotaan gejala Daun menguning atau kemerahan sedikit dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ 1; & x \leq 25 \\ \frac{50 - x}{50 - 25}; & 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

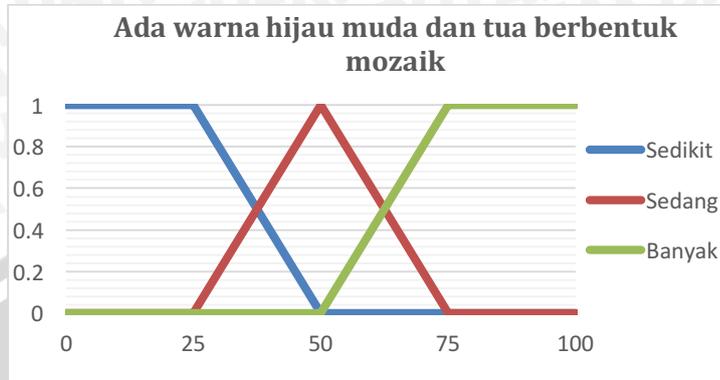
Fungsi keanggotaan gejala Daun menguning atau kemerahan sedang dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x - 25}{50 - 25}; & 25 < x < 50 \\ \frac{75 - x}{75 - 50}; & 50 < x < 75 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala Daun menguning atau kemerahan banyak dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu_{\text{banyak}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \\ 1; & x \geq 75 \\ \frac{x - 50}{75 - 50}; & 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan gejala Ada warna hijau muda dan tua berbentuk mozaik digambarkan pada Gambar 5.9.



Gambar 5.10 Gambar grafik fungsi keanggotaan Ada warna hijau muda dan tua berbentuk mozaik

Fungsi keanggotaan gejala Ada warna hijau muda dan tua berbentuk mozaik sedikit dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-2.

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ 1; & x \leq 25 \\ \frac{50 - x}{50 - 25}; & 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

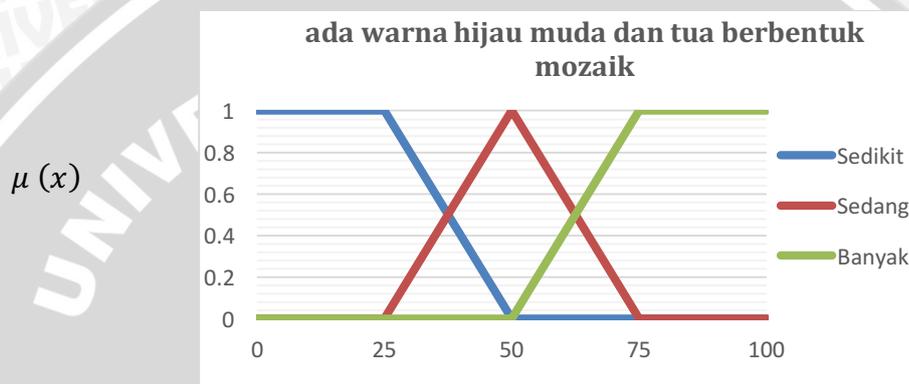
Fungsi keanggotaan gejala warna khlorotik memanjang sejajar tulang daun dengan batas jelas sedang dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x - 25}{50 - 25}; & 25 < x < 50 \\ \frac{75 - x}{75 - 50}; & 50 < x < 75 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala warna khlorotik memanjang sejajar tulang daun dengan batas jelas banyak dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu_{\text{banyak}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \\ 1; & x \geq 75 \\ \frac{x - 50}{75 - 50}; & 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan gejala ada warna hijau muda dan tua berbentuk mozaik digambarkan pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Gambar grafik fungsi keanggotaan ada warna hijau muda dan tua berbentuk mozaik

Fungsi keanggotaan gejala ada warna hijau muda dan tua berbentuk mozaik sedikit dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-2.

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ 1; & x \leq 25 \\ \frac{50 - x}{50 - 25}; & 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

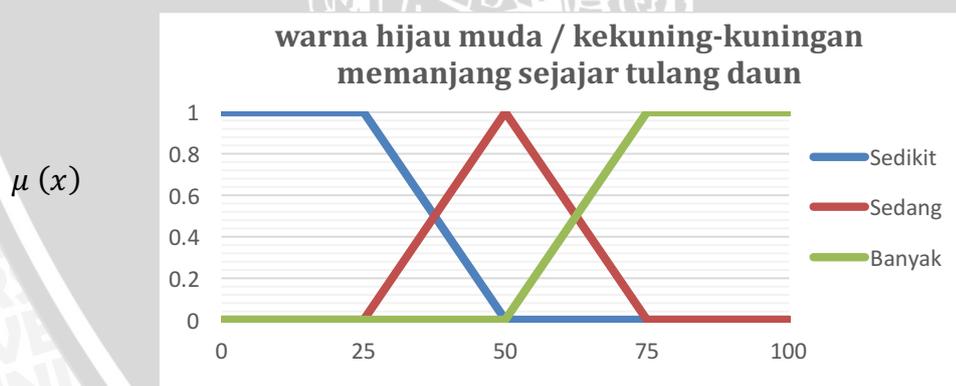
Fungsi keanggotaan gejala ada warna hijau muda dan tua berbentuk mozaik sedang dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu \text{ sedang } (x) = \begin{cases} 0; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x - 25}{50 - 25}; 25 < x < 50 \\ \frac{75 - x}{75 - 50}; 50 < x < 75 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala ada warna hijau muda dan tua berbentuk mozaik banyak dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu \text{ banyak } (x) = \begin{cases} 0; x \leq 50 \\ 1; x \geq 75 \\ \frac{x - 50}{75 - 50}; 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan gejala warna hijau muda / kekuning-kuningan memanjang sejajar tulang daun digambarkan pada Gambar 5.12.



Gambar 5.12 Gambar grafik fungsi keanggotaan warna hijau muda / kekuning-kuningan memanjang sejajar tulang daun

Fungsi keanggotaan gejala warna hijau muda / kekuning-kuningan memanjang sejajar tulang daun sedikit dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-2.

$$\mu \text{ sedikit } (x) = \begin{cases} 0; x \geq 50 \\ 1; x \leq 25 \\ \frac{50 - x}{50 - 25}; 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala warna hijau muda / kekuning-kuningan memanjang sejajar tulang daun sedang dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu \text{ sedang } (x) = \begin{cases} 0; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x - 25}{50 - 25}; 25 < x < 50 \\ \frac{75 - x}{75 - 50}; 50 < x < 75 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala warna hijau muda / kekuning-kuningan memanjang sejajar tulang daun banyak dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu \text{ banyak } (x) = \begin{cases} 0; x \leq 50 \\ 1; x \geq 75 \\ \frac{x - 50}{75 - 50}; 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan gejala bercak berwarna coklat muda, memanjang berbentuk kumparan / perahu digambarkan pada Gambar 5.13



Gambar 5.13 Gambar grafik fungsi keanggotaan bercak berwarna coklat muda, memanjang berbentuk kumparan / perahu

Fungsi keanggotaan gejala bercak berwarna coklat muda, memanjang berbentuk kumparan / perahu sedikit dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-2.

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ 1; & x \leq 25 \\ \frac{50 - x}{50 - 25}; & 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

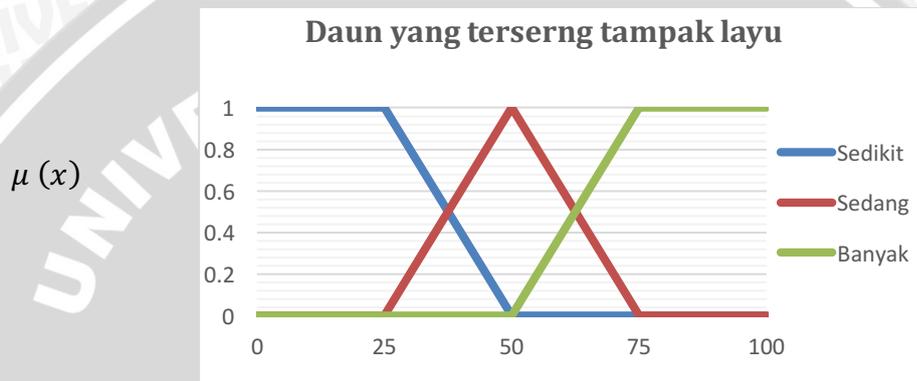
Fungsi keanggotaan gejala bercak berwarna coklat muda, memanjang berbentuk kumparan / perahu sedang dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x - 25}{50 - 25}; & 25 < x < 50 \\ \frac{75 - x}{75 - 50}; & 50 < x < 75 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala bercak berwarna coklat muda, memanjang berbentuk kumparan / perahu banyak dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu_{\text{banyak}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \\ 1; & x \geq 75 \\ \frac{x - 50}{75 - 50}; & 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan gejala daun yang terserang tampak layu digambarkan pada Gambar 5.14.



Gambar 5.14 Gambar grafik fungsi keanggotaan Daun yang terserang tampak layu

Fungsi keanggotaan gejala daun yang terserang tampak layu sedikit dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-2.

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ 1; & x \leq 25 \\ \frac{50 - x}{50 - 25}; & 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala daun yang terserang tampak layu sedang dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

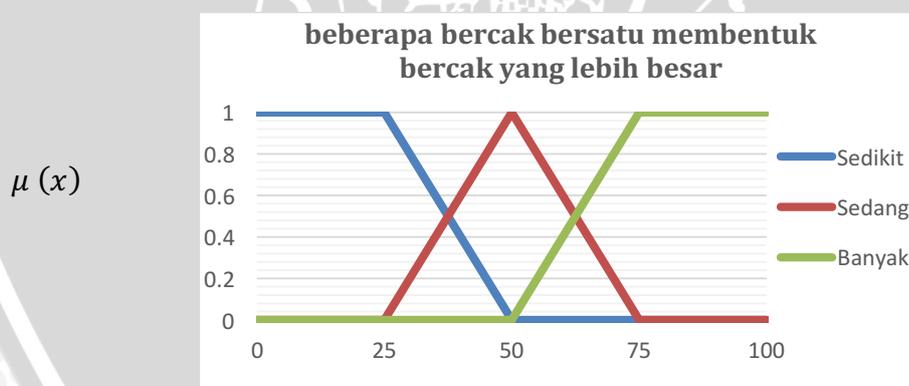


$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x - 25}{50 - 25}; & 25 < x < 50 \\ \frac{75 - x}{75 - 50}; & 50 < x < 75 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala daun yang terserang tampak layu banyak dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu_{\text{banyak}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \\ 1; & x \geq 75 \\ \frac{x - 50}{75 - 50}; & 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan gejala beberapa bercak bersatu membentuk bercak yang lebih besar digambarkan pada Gambar 5.15.



Gambar 5.15 Gambar grafik fungsi keanggotaan beberapa bercak bersatu membentuk bercak yang lebih besar

Fungsi keanggotaan gejala beberapa bercak bersatu membentuk bercak yang lebih besar sedikit dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-2.

$$\mu \text{ sedikit } (x) = \begin{cases} 0; x \geq 50 \\ 1; x \leq 25 \\ \frac{50 - x}{50 - 25}; 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

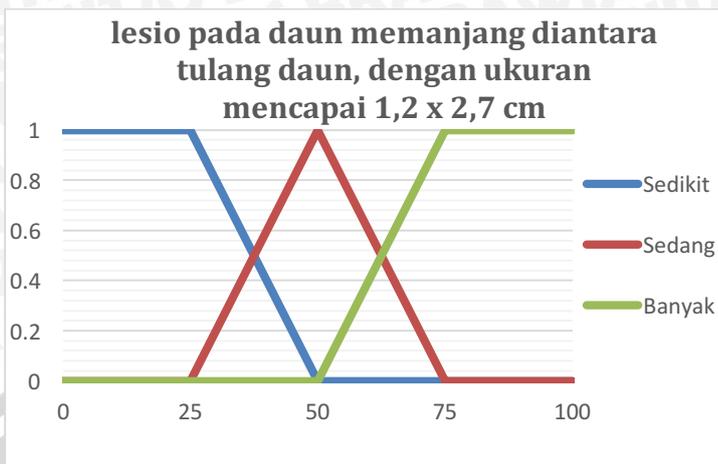
Fungsi keanggotaan gejala beberapa bercak bersatu membentuk bercak yang lebih besardang dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu \text{ sedang } (x) = \begin{cases} 0; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x - 25}{50 - 25}; 25 < x < 50 \\ \frac{75 - x}{75 - 50}; 50 < x < 75 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala beberapa bercak bersatu membentuk bercak yang lebih besar banyak dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu \text{ banyak } (x) = \begin{cases} 0; x \leq 50 \\ 1; x \geq 75 \\ \frac{x - 50}{75 - 50}; 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan gejala lesio pada daun memanjang diantara tulang daun, dengan ukuran mencapai 1,2 x 2,7 cm digambarkan pada Gambar 5.16.



Gambar 5.16 Gambar grafik fungsi keanggotaan lesio pada daun memanjang diantara tulang daun, dengan ukuran mencapai 1,2 x 2,7 cm

Fungsi keanggotaan gejala lesio pada daun memanjang diantara tulang daun, dengan ukuran mencapai 1,2 x 2,7 cm sedikit dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-2.

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ 1; & x \leq 25 \\ \frac{50 - x}{50 - 25}; & 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

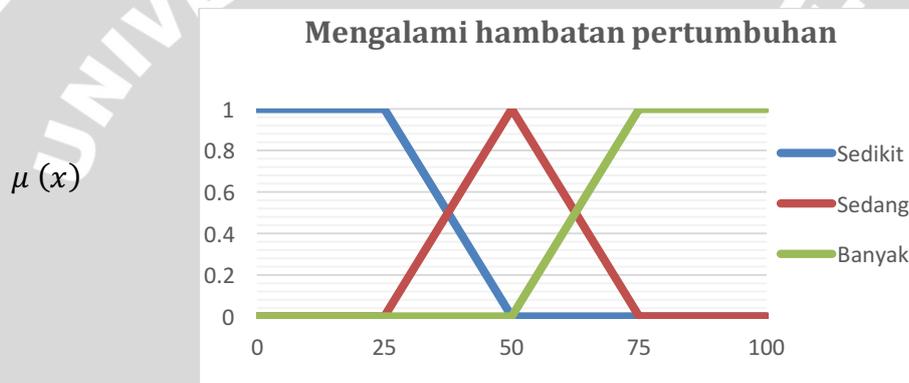
Fungsi keanggotaan gejala lesio pada daun memanjang diantara tulang daun, dengan ukuran mencapai 1,2 x 2,7 cm sedang dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x - 25}{50 - 25}; & 25 < x < 50 \\ \frac{75 - x}{75 - 50}; & 50 < x < 75 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala lesio pada daun memanjang diantara tulang daun, dengan ukuran mencapai 1,2 x 2,7 cm banyak dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu_{\text{banyak}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \\ 1; & x \geq 75 \\ \frac{x - 50}{75 - 50}; & 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan gejala lesio berbentuk bercak-bercak kecil digambarkan pada Gambar 5.17.



Gambar 5.17 Gambar grafik fungsi keanggotaan lesio berbentuk bercak-bercak kecil

Fungsi keanggotaan gejala lesio berbentuk bercak-bercak kecil sedikit dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \text{ atau } x \geq 50 \\ 1; & x = 25 \\ \frac{x - 0}{25 - 0}; & 0 \leq x \leq 25 \\ \frac{50 - x}{50 - 25}; & 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala lesio berbentuk bercak-bercak kecil sedang dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

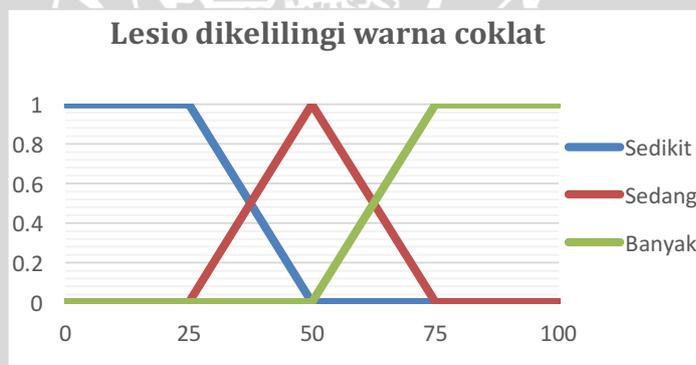
$$\mu \text{ sedang } (x) = \begin{cases} 0; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x - 25}{50 - 25}; 25 < x < 50 \\ \frac{75 - x}{75 - 50}; 50 < x < 75 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala lesio berbentuk bercak-bercak kecil banyak dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu \text{ banyak } (x) = \begin{cases} 0; x \leq 50 \\ 1; x \geq 75 \\ \frac{x - 50}{75 - 50}; 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan gejala lesio dikelilingi warna coklat jelas digambarkan pada Gambar 5.18.

$\mu(x)$



Gambar 5.18 Gambar grafik fungsi keanggotaan Lesio dikelilingi warna coklat

Fungsi keanggotaan gejala lesio dikelilingi warna coklats sedikit dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-2.

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ 1; & x \leq 25 \\ \frac{50 - x}{50 - 25}; & 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

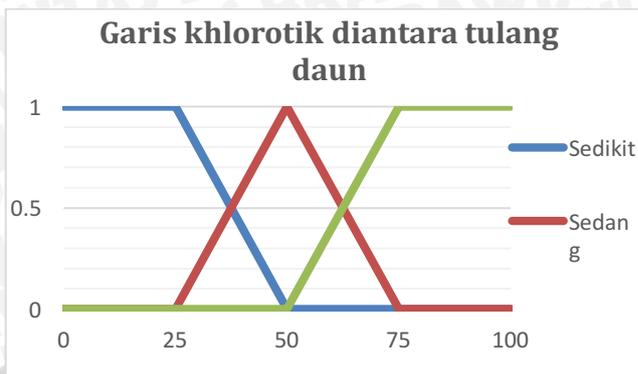
Fungsi keanggotaan gejala lesio dikelilingi warna coklat sedang dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x - 25}{50 - 25}; & 25 < x < 50 \\ \frac{75 - x}{75 - 50}; & 50 < x < 75 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala lesio dikelilingi warna coklat banyak dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu_{\text{banyak}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \\ 1; & x \geq 75 \\ \frac{x - 50}{75 - 50}; & 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan gejala garis khlorotik diantara tulang daun digambarkan pada Gambar 5.19.



Gambar 5.19 Gambar grafik fungsi keanggotaan garis khlorotik diantara tulang daun

Fungsi keanggotaan gejala garis khlorotik diantara tulang daun sedikit dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-2.

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ 1; & x \leq 25 \\ \frac{50 - x}{50 - 25}; & 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

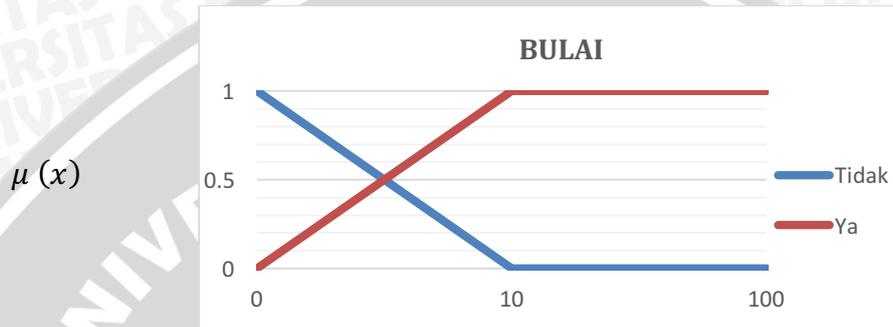
Fungsi keanggotaan gejala garis khlorotik diantara tulang daun sedang dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-3.

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x - 25}{50 - 25}; & 25 < x < 50 \\ \frac{75 - x}{75 - 50}; & 50 < x < 75 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan gejala garis khlorotik diantara tulang daun banyak dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu \text{ banyak } (x) = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \\ 1; & x \geq 75 \\ \frac{x - 50}{75 - 50}; & 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan penyakit bulai digambarkan pada Gambar 5.20.



Gambar 5.20 Gambar grafik fungsi keanggotaan penyakit bulai

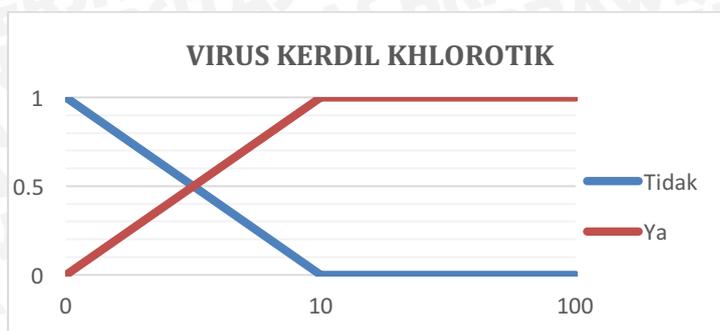
Fungsi keanggotaan penyakit bulai dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu \text{ ya } (x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \\ 1; & x \geq 10 \\ \frac{x - 0}{10 - 0}; & 0 \leq x \leq 10 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan penyakit bulai dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-2.

$$\mu \text{ tidak } (x) = \begin{cases} 0; & x \geq 10 \\ \frac{10 - x}{10 - 0}; & 0 \leq x \leq 10 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan penyakit virus kerdil khlorortik digambarkan pada Gambar 5.21.



Gambar 5.21 Gambar grafik fungsi keanggotaan penyakit kerdil khlorotik

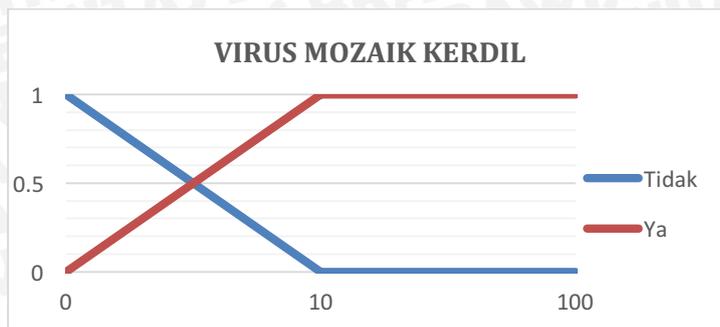
Fungsi keanggotaan penyakit virus kerdil khlorortik dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu_{ya}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \\ 1; & x \geq 10 \\ \frac{x-0}{10-0}; & 0 \leq x \leq 10 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan penyakit virus kerdil khlorortik dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-2.

$$\mu_{tidak}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 10 \\ \frac{10-x}{10-0}; & 0 \leq x \leq 10 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan penyakit virus mozaik kerdil digambarkan pada Gambar 5.22.



Gambar 5.22 Gambar grafik fungsi keanggotaan penyakit virus mozaik kerdil

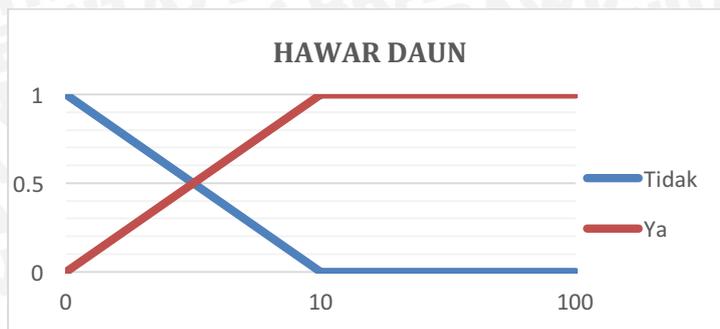
Fungsi keanggotaan penyakit virus mozaik kerdil dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu_{ya}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \\ 1; & x \geq 10 \\ \frac{x-0}{10-0}; & 0 \leq x \leq 10 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan penyakit virus mozaik kerdil dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-2.

$$\mu_{tidak}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 10 \\ \frac{10-x}{10-0}; & 0 \leq x \leq 10 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan penyakit hawar daun digambarkan pada Gambar 5.23.



Gambar 5.23 Gambar grafik fungsi keanggotaan penyakit hawar daun

Fungsi keanggotaan penyakit hawar daun dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu_{ya}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \\ 1; & x \geq 10 \\ \frac{x-0}{10-0}; & 0 \leq x \leq 10 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan penyakit hawar daun dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-2.

$$\mu_{tidak}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 10 \\ \frac{10-x}{10-0}; & 0 \leq x \leq 10 \end{cases}$$

Pemetaan derajat keanggotaan penyakit bercak daun digambarkan pada Gambar 5.24.



Gambar 5.24 Gambar grafik fungsi keanggotaan penyakit bercak daun

Fungsi keanggotaan penyakit bercak daun dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-1.

$$\mu_{ya}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \\ 1; & x \geq 10 \\ \frac{x-0}{10-0}; & 0 \leq x \leq 10 \end{cases}$$

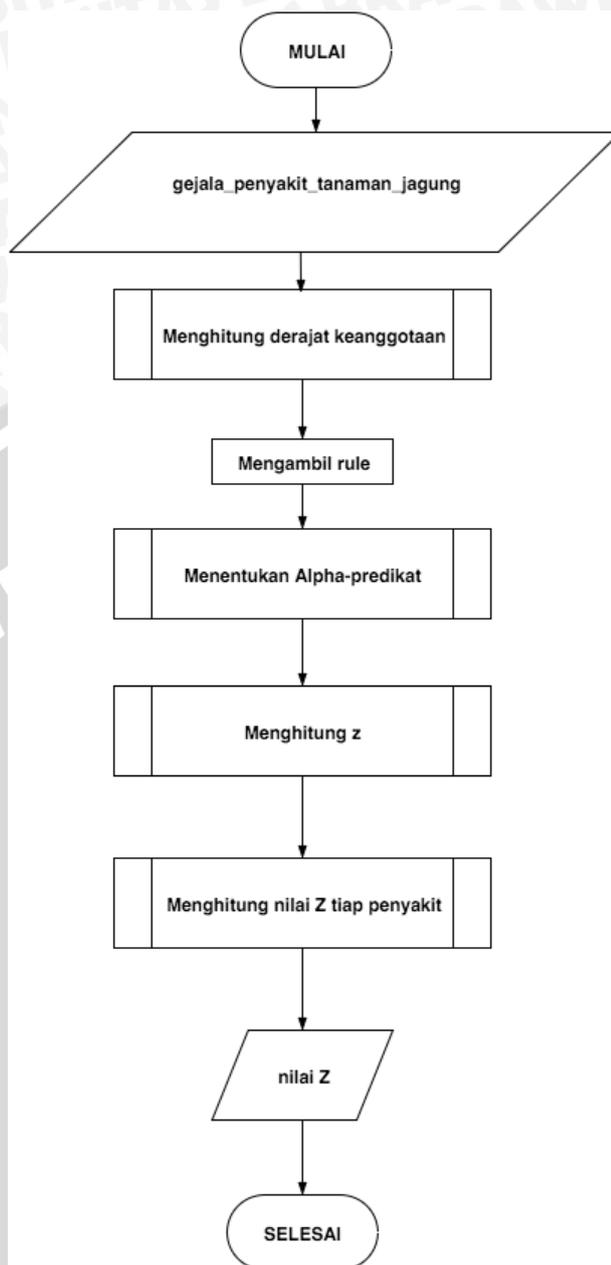
Fungsi keanggotaan penyakit bercak daun dinyatakan pada persamaan berikut yang merujuk pada persamaan 2-2.

$$\mu_{tidak}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 10 \\ \frac{10-x}{10-0}; & 0 \leq x \leq 10 \end{cases} \quad (5-58)$$

5.1.2.3 Algoritma Fuzzy Tsukamoto

Proses algoritma *Fuzzy Tsukamoto* terdiri dari 5 proses utama yaitu menghitung derajat keanggotaan (*fuzzifikasi*), menentukan *rule* yang digunakan, menentukan α – *predikat* , menghitung nilai z, dan menghitung nilai Z dari setiap penyakit (*defuzzifikasi*). Pada proses ini dibutuhkan variabel berupa bobot gejala penyakit tanaman jagung. Diagram alir metode *Fuzzy Tsukamoto* secara umum digambarkan pada gambar 5.25.

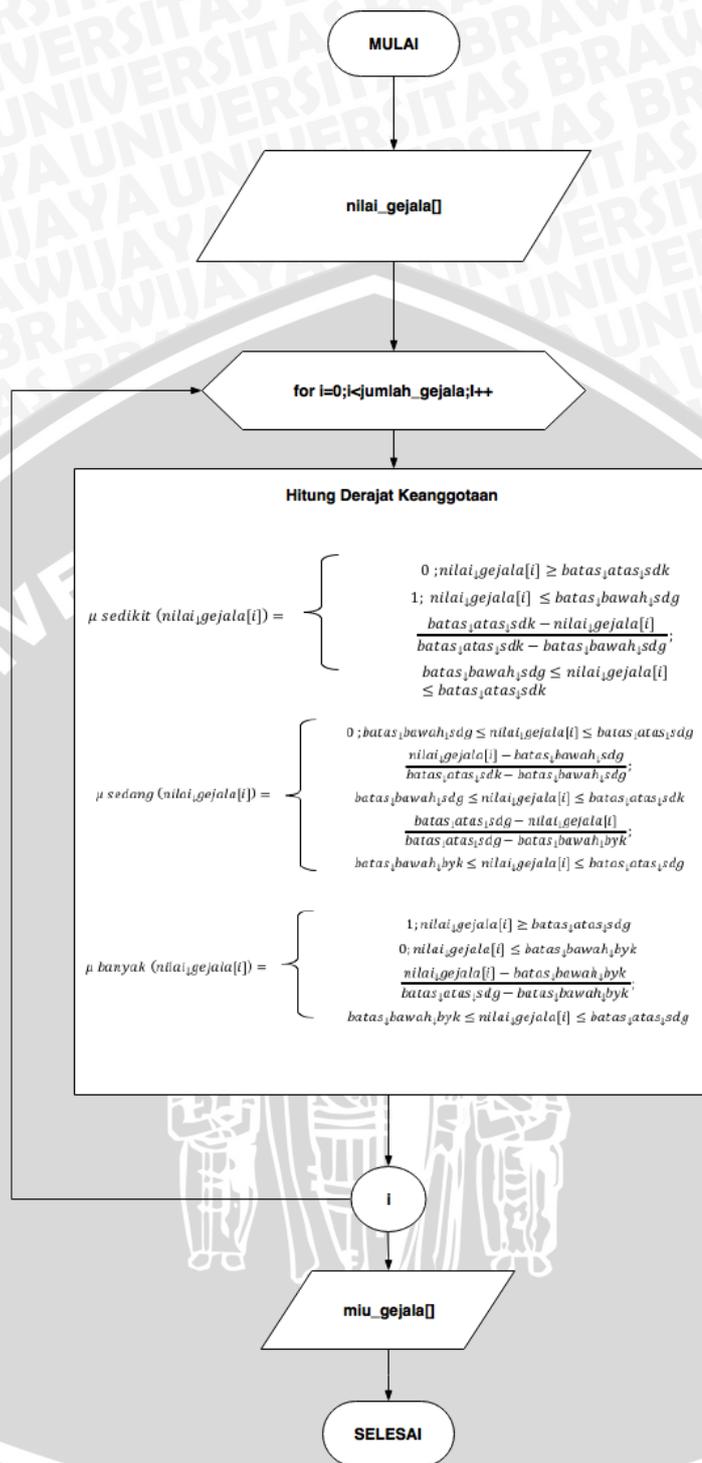




Gambar 5.25 Diagram alir *fuzzy tsukamoto*

(a) Proses menghitung derajat keanggotaan

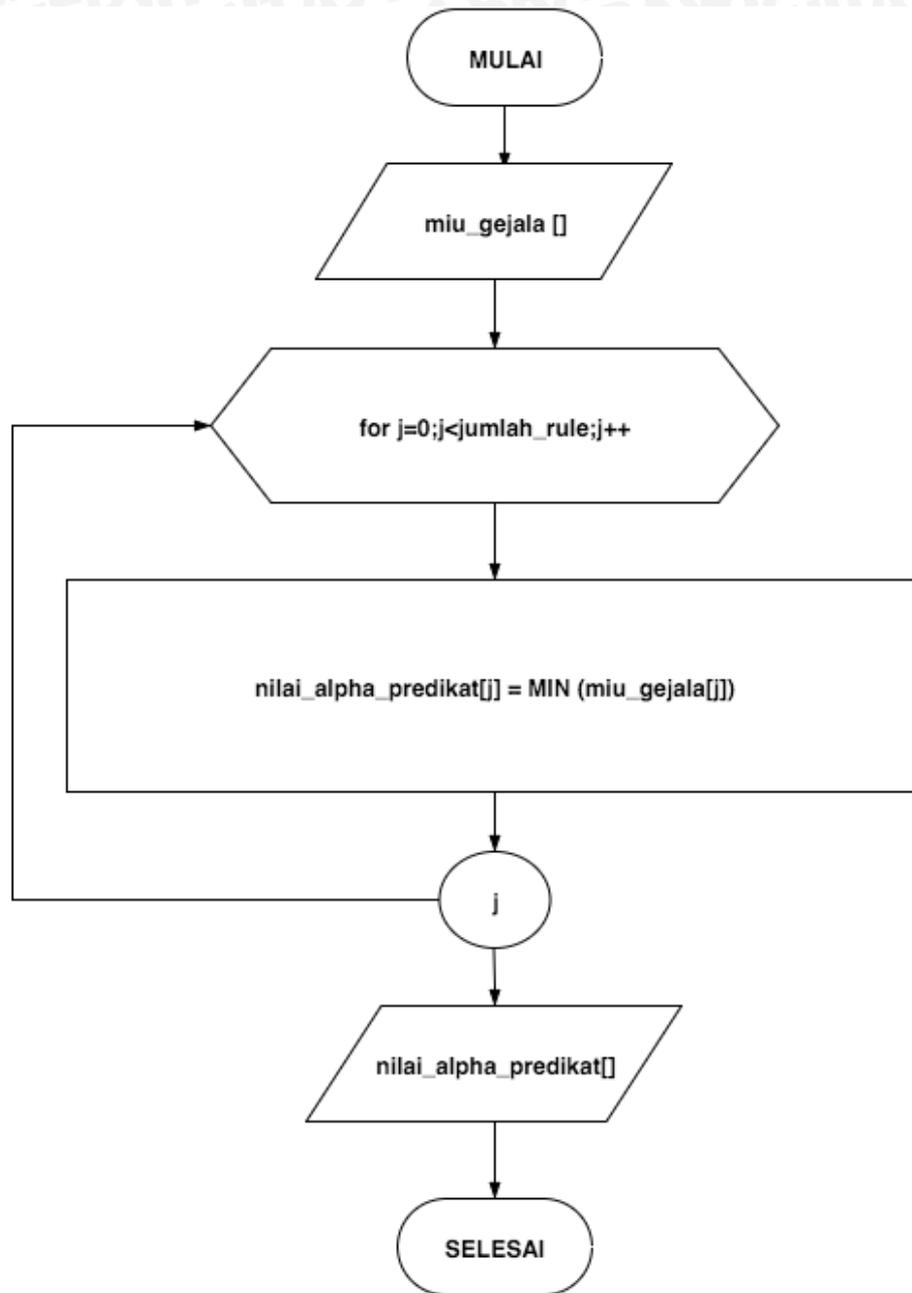
Proses menghitung derajat keanggotaan dilakukan dengan mencari μ dari tiap inputan gejala penyakit tanaman jagung sesuai dari grafik derajat keanggotaan tiap gejala. Dimana pada grafik terdapat nilai-nilai batas tiap keanggotaan. Hasil dari proses ini adalah μ dari setiap gejala yang sudah diinputan oleh pengguna. Proses tersebut digambarkan pada diagram alir Gambar 5.26.



Gambar 5.26 Diagram alir proses menghitung derajat keanggotaan

(b) Proses menentukan α – predikat

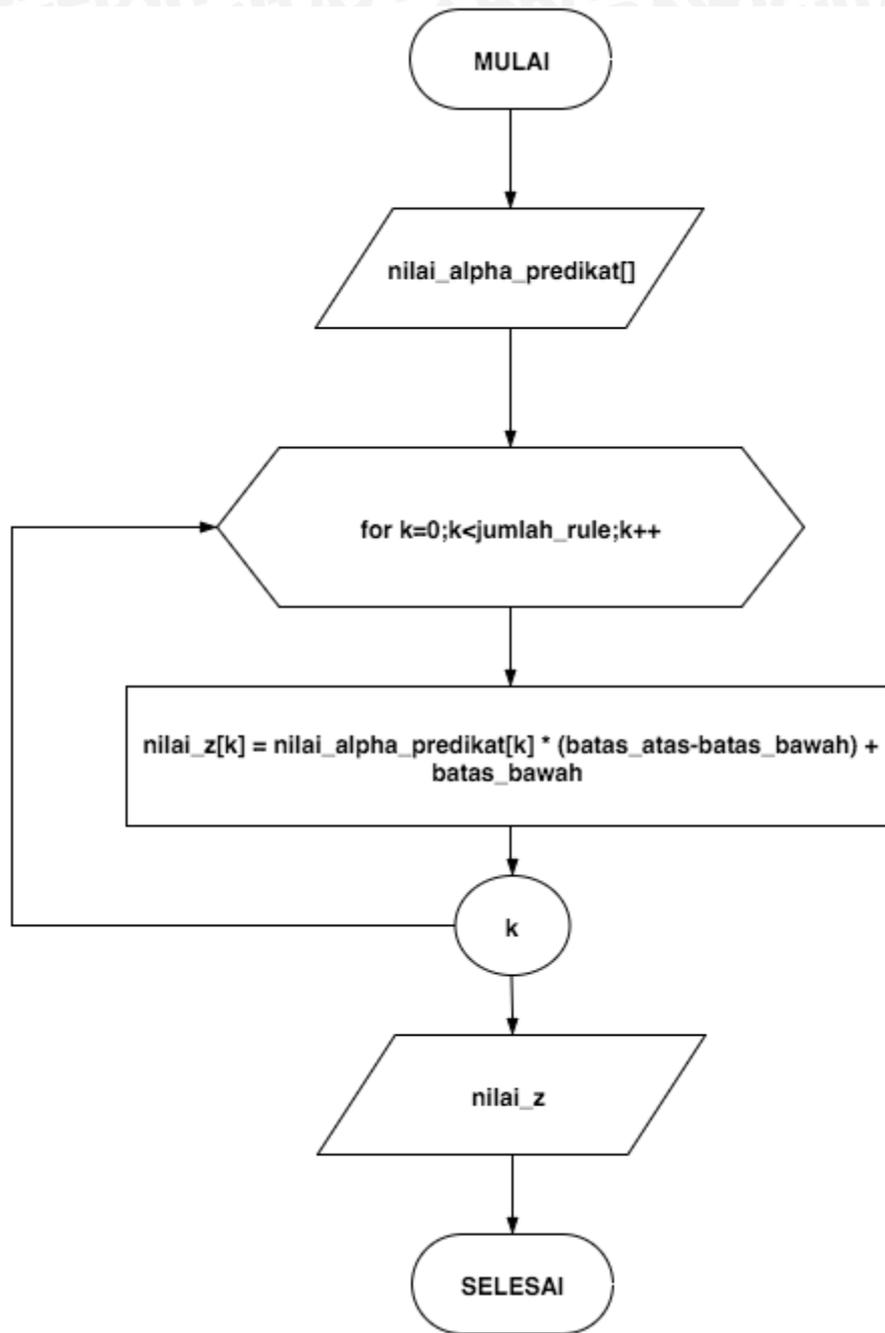
Proses menentukan α -predikat adalah dengan cara mencari nilai minimal dari setiap μ pada gejala-gejala penyakit tanaman jagung yang sebelumnya sudah ditentukan sesuai dengan rule yang dipakai pada perhitungan *Fuzzy Tsukamoto*. Proses tersebut digambarkan pada Gambar 5.27.



Gambar 5.27 Diagram alir proses menentukan α -predikat

(c) Proses menghitung z

Proses menghitung nilai z adalah dengan mengkalikan α -predikat dengan nilai derajat keanggotaan tiap penyakit sebanyak jumlah rule yang ada. Hasil perhitungan tersebut berupa nilai z yang akan digunakan pada proses berikutnya. Proses perhitungan nilai z tersebut digambarkan pada diagram alir yang dijelaskan pada gambar Gambar 5.28.

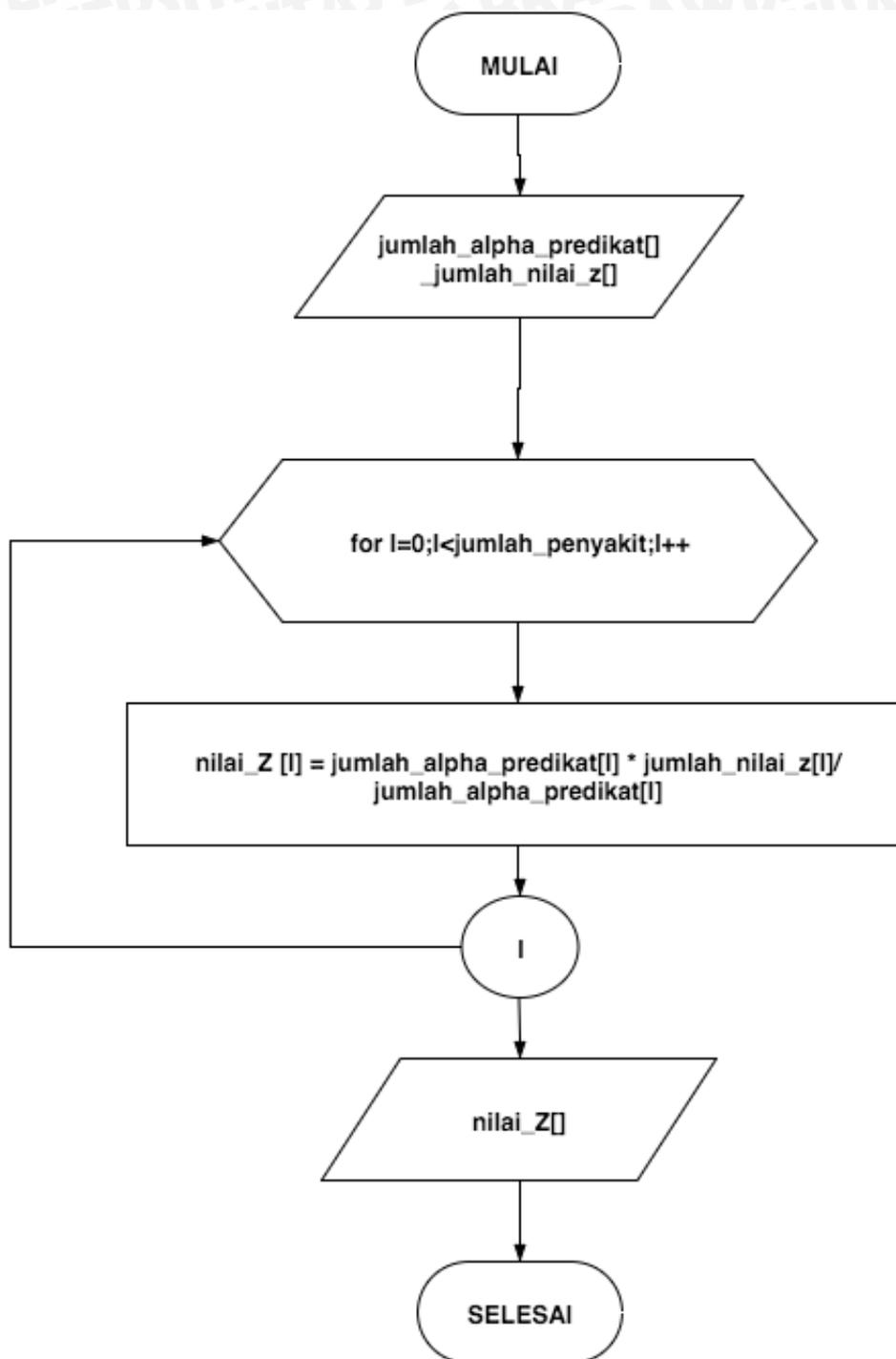


Gambar 5.28 Diagram alir proses perhitungan nilai z

(d) Proses menghitung nilai Z tiap penyakit

Setelah pada proses sebelumnya diketahui nilai α -predikat dan nilai z dari setiap rule yang ada maka dicari nilai Z dari setiap rule semua jenis penyakit. Nilai Z dapat diperoleh dengan cara membagi jumlah total nilai α -predikat dikali dengan jumlah total nilai z dengan jumlah total nilai z. Alur proses perhitungan nilai Z digambarkan pada diagram alir Gambar 5.29.





Gambar 5.29 Diagram alir proses perhitungan nilai Z tiap penyakit

5.1.2.4 Perhitungan manual

Perhitungan manual berfungsi untuk memberikan gambaran umum perancangan sistem yang dibangun. Perhitungan manual berguna untuk memudahkan dalam proses pengembangan system. Dari metode *Fuzzy Tsukamoto* contoh langkah-langkah dalam perhitungannya yaitu sebagai berikut.

Contoh kasus untuk sebuah tanaman jagung yang menderita gejala-gejala pada tabel berikut:

Tabel 5.10 Tabel contoh kasus gejala penyakit tanaman jagung

Gejala	Nilai tingkat gejala (%)
G1	80
G2	32
G3	60
G4	65
G5	70
G6	48
G7	65
G8	62
G16	66

Rule yang yang digunakan adalah sebagai berikut:

[R1] IF G1 SEDANG AND G2 SEDIKIT AND G3 SEDANG AND G4 BANYAK AND G5 SEDIKIT THEN BULAI

[R2] IF G1 BANYAK AND G2 SEDANG AND G3 BANYAK AND G4 BANYAK AND G5 SEDANG THEN BULAI

[R3] IF G1 SEDANG AND G3 SEDANG AND G6 BANYAK AND G16 SEDIKIT THEN VIRUS KERDIL KHLOROTIK

[R4] IF G1 SEDANG AND G3 SEDANG AND G6 BANYAK AND G16 SEDANG THEN VIRUS KERDIL KHLOROTIK

[R5] IF G3 BANYAK AND G7 SEDIKIT AND G8 SEDANG THEN VIRUS MOZAIK KERDIL

[R6] IF G3 SEDANG AND G7 SEDANG AND G8 SEDANG THEN VIRUS MOZAIK KERDIL

LANGKAH 1 : Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan tahapan untuk menentukan fungsi keanggotaan dari gejala yang diinputkan.

➤ **G1**

Berdasarkan Gambar 5.4, hasil perhitungan himpunan fuzzy gejala 1 yaitu daun berwarna khlorotik adalah sebagai berikut:

$$\mu \text{ sedang} (x) = 0$$

$$\mu \text{ banyak} (x) = 1$$

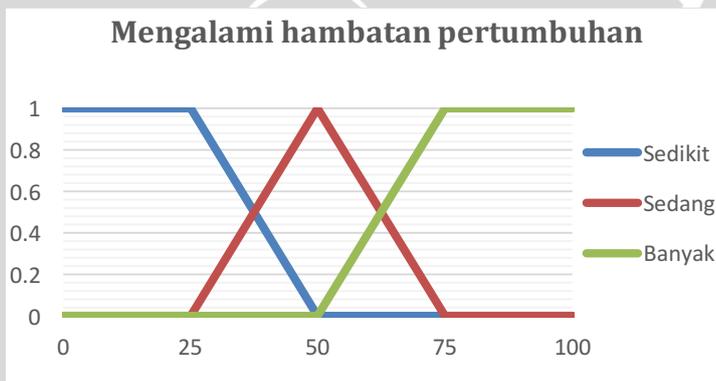
➤ **G2**

Berdasarkan Gambar 5.5, hasil perhitungan himpunan fuzzy gejala 2 yaitu daun berwarna khlorotik adalah sebagai berikut:

$$\mu \text{ sedikit} (x) = \frac{50 - 32}{50 - 32} = 0.72$$

$$\mu \text{ sedang} (x) = \frac{32 - 25}{50 - 25} = 0.28$$

➤ **G3**



Berdasarkan

Gambar 5.6, hasil perhitungan himpunan fuzzy gejala 3 yaitu daun berwarna khlorotik adalah sebagai berikut:

$$\mu \text{ sedang} (x) = \frac{75 - 60}{75 - 50} = 0.6$$

$$\mu \text{ banyak} (x) = \frac{60 - 50}{75 - 50} = 0.4$$

➤ **G4**

Berdasarkan Gambar 5.7, hasil perhitungan himpunan fuzzy gejala 4 yaitu daun berwarna khlorotik adalah sebagai berikut:

$$\mu \text{ banyak} (x) = \frac{65 - 50}{75 - 50} = 0.6$$

➤ **G5**

Berdasarkan Gambar 5.8, hasil perhitungan himpunan fuzzy gejala 5 yaitu daun berwarna khlorotik adalah sebagai berikut:

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = 0$$

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \frac{75 - 70}{75 - 50} = 0.2$$

➤ **G6**

Berdasarkan Gambar 5.9, hasil perhitungan himpunan fuzzy gejala 6 yaitu daun berwarna khlorotik adalah sebagai berikut:

$$\mu_{\text{banyak}}(x) = 0$$

➤ **G7**

Berdasarkan Gambar 5.10, hasil perhitungan himpunan fuzzy gejala 7 yaitu daun berwarna khlorotik adalah sebagai berikut:

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = 0$$

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \frac{65 - 50}{75 - 50} = 0.4$$

➤ **G8**

Berdasarkan Gambar 5.11, hasil perhitungan himpunan fuzzy gejala 8 yaitu daun berwarna khlorotik adalah sebagai berikut:

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \frac{62 - 50}{75 - 50} = 0.52$$

➤ **G16**

Berdasarkan Gambar 5.19, hasil perhitungan himpunan fuzzy gejala 16 yaitu daun berwarna khlorotik adalah sebagai berikut:

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = 0$$

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \frac{75 - 66}{75 - 50} = 0.36$$

LANGKAH 2: Pembentukan rule

[R1] IF G1 SEDANG AND G2 SEDIKIT AND G3 SEDANG AND G4 BANYAK AND G5 SEDIKIT THEN BULAI

[R2] IF G1 BANYAK AND G2 SEDANG AND G3 BANYAK AND G4 BANYAK AND G5 SEDANG THEN BULAI

[R3] IF G1 SEDANG AND G3 SEDANG AND G6 BANYAK AND G16 SEDIKIT THEN VIRUS KERDIL KHLOROTIK

[R4] IF G1 SEDANG AND G3 SEDANG AND G6 BANYAK AND G16 SEDANG THEN VIRUS Kerdil KHLOROTIK

[R5] IF G3 BANYAK AND G7 SEDIKIT AND G8 SEDANG THEN VIRUS MOZAIK Kerdil

[R6] IF G3 SEDANG AND G7 SEDANG AND G8 SEDANG THEN VIRUS MOZAIK Kerdil

LANGKAH 3 dan 4: Menentukan α – *predikat* dan Nilai z

[R1] IF G1 SEDANG AND G2 SEDIKIT AND G3 SEDANG AND G4 BANYAK AND G5 SEDIKIT THEN BULAI

Hasil perhitungan α – *predikat* berdasarkan rule sebagai berikut:

$$\alpha - \text{predikat} = \text{MIN} (0, 0.72, 0.6, 0.6, 0)$$

$$\alpha - \text{predikat} = 0$$

Hasil perhitungan nilai z adalah sebagai berikut:

$$z = \alpha - \text{predikat} * (10 - 0) + 0$$

$$z = 0 * (10 - 0) + 0$$

$$z = 0$$

[R2] IF G1 BANYAK AND G2 SEDANG AND G3 BANYAK AND G4 BANYAK AND G5 SEDANG THEN BULAI

Hasil perhitungan α – *predikat* berdasarkan rule sebagai berikut:

$$\alpha - \text{predikat} = \text{MIN} (1, 0.28, 0.4, 0.6, 0.2)$$

$$\alpha - \text{predikat} = 0.2$$

Hasil perhitungan nilai z adalah sebagai berikut:

$$z = \alpha - \text{predikat} * (10 - 0) + 0$$

$$z = 0.2 * (10 - 0) + 0$$

$$z = 2$$

[R3] IF G1 SEDANG AND G3 SEDANG AND G6 BANYAK AND G16 SEDIKIT THEN VIRUS Kerdil KHLOROTIK

Hasil perhitungan α – *predikat* berdasarkan rule sebagai berikut:

$$\alpha - \text{predikat} = \text{MIN} (0, 0.6, 0)$$

$$\alpha - \text{predikat} = 0$$

Hasil perhitungan nilai z adalah sebagai berikut:

$$z = \alpha - \text{predikat} * (10 - 0) + 0$$

$$z = 0 * (10 - 0) + 0$$

$$z = 0$$

[R4] IF G1 SEDANG AND G3 SEDANG AND G6 BANYAK AND G16 SEDANG THEN VIRUS KERDIL KHLOROTIK

Hasil perhitungan α – *predikat* berdasarkan rule sebagai berikut:

$$\alpha - \text{predikat} = \text{MIN} (0, 0.6, 0, 0.36)$$

$$\alpha - \text{predikat} = 0$$

Hasil perhitungan nilai z adalah sebagai berikut:

$$z = \alpha - \text{predikat} * (10 - 0) + 0$$

$$z = 0 * (10 - 0) + 0$$

$$z = 0$$

[R5] IF G3 BANYAK AND G7 SEDIKIT AND G8 SEDANG THEN VIRUS MOZAIK KERDIL

Hasil perhitungan α – *predikat* berdasarkan rule sebagai berikut:

$$\alpha - \text{predikat} = \text{MIN} (0.4, 0, 0.52)$$

$$\alpha - \text{predikat} = 0$$

Hasil perhitungan nilai z adalah sebagai berikut:

$$z = \alpha - \text{predikat} * (10 - 0) + 0$$

$$z = 0 * (10 - 0) + 0$$

$$z = 0$$

[R6] IF G3 SEDANG AND G7 SEDANG AND G8 SEDANG THEN VIRUS MOZAIK KERDIL

$$\alpha - \text{predikat} = \text{MIN} (0.4, 0.4, 0.52)$$

$$\alpha - \text{predikat} = 0.4$$

Hasil perhitungan nilai z adalah sebagai berikut:

$$z = \alpha - \text{predikat} * (10 - 0) + 0$$

$$z = 0.4 * (10 - 0) + 0$$

$$z = 4$$

LANGKAH 5: Defuzzifikasi

Nilai tegas Z dapat dicari menggunakan rata-rata tebobot tiap penyakit, yaitu :

$$Z_{p1} = \frac{0 * 0 + 2 * 0.2}{0 + 2} = 0.2$$

$$Z_{p2} = \frac{0 * 0 + 0 * 0}{0 + 0} = \infty$$

$$Z_{p3} = \frac{0 * 0 + 0.4 * 4}{0 + 4} = 0.4$$

Jadi ranaman jagung tersebut menderita penyakit **VIRUS MOZAIK Kerdil** karena memiliki nilai total Z paling tinggi.

5.1.2.5 Fasilitas penjelas

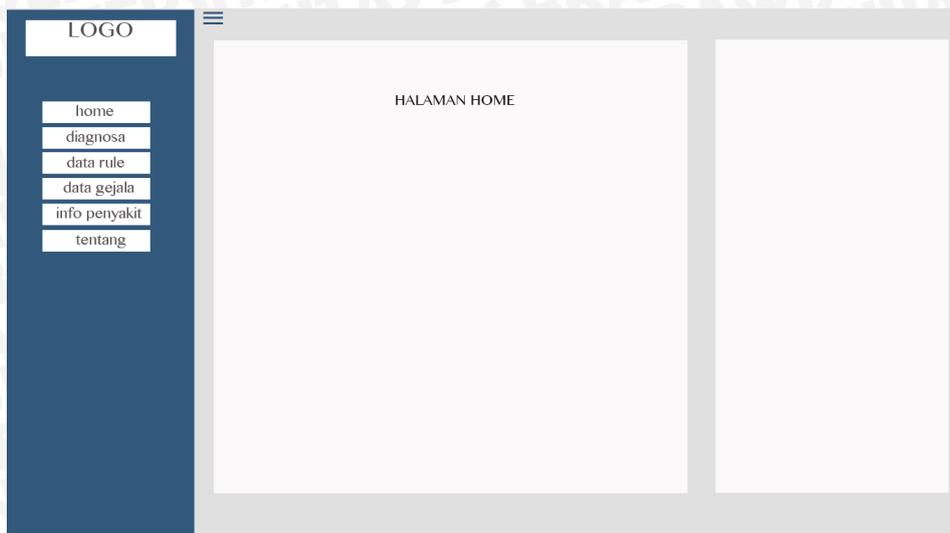
Fasilitas penjelasan sistem berfungsi untuk memberikan penjelasan tentang cara bagaimana program dapat dijalankan hingga bagaimana cara mengambil sebuah kesimpulan. Kemampuan ini sangat penting dalam memindahkan pengetahuan pakar ke dalam komputer dan dalam memecahkan masalah. Dalam sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung ini fasilitas penjelasan berisi informasi tentang bagaimana cara melakukan konsultasi dengan sistem hingga ditemukannya sebuah solusi berupa hasil diagnosa.

5.1.2.6 Antarmuka

Antarmuka sistem berguna untuk media penghubung antara sistem dengan pengguna. Dengan adanya antarmuka, pengguna bisa menjalankan sistem dengan lebih mudah. Sistem ini dirancang untuk dapat menampilkan halaman *home*, halaman data rule, halaman data gejala, halaman info penyakit, halaman diagnose dan halaman tentang.

(a) Antarmuka halaman home

Pada Halaman *home*, setiap pengguna sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung dapat melihat halaman awal yang berisikan menu dan informasi mengenai tanaman jagung. Menu yang ada terdiri diagnosa, data rule, data gejala, info penyakit dan tentang. Tampilan halaman *home* digambarkan pada Gambar 5.31.

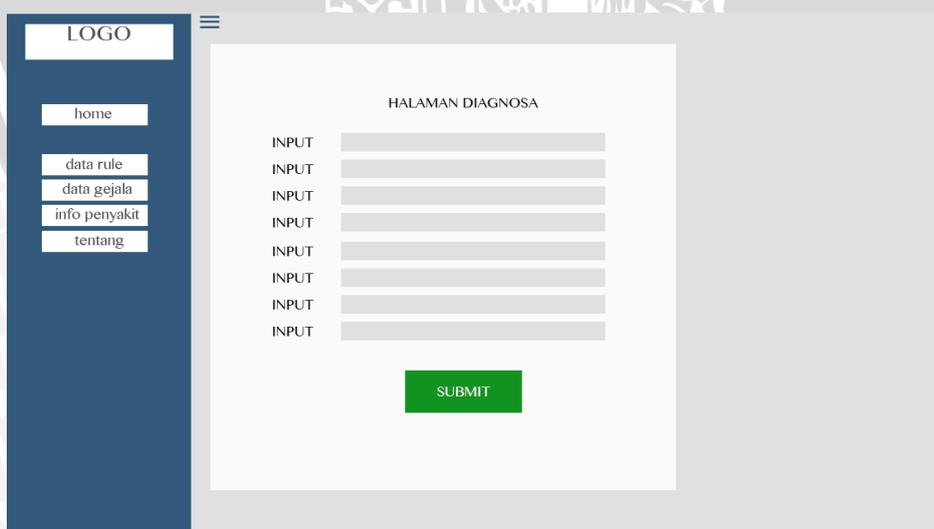


Gambar 5.30 Antarmuka halaman *home*

Pada rancangan antarmuka di setiap halaman akan ditampilkan menu yang sama serta terdapat logo sistem pada pojok kiri atas halaman sistem.

(b) Antarmuka halaman diagnosa

Pada halaman diagnosa akan ditampilkan formulir isian berupa gejala-gejala penyakit yang nantinya akan diisi oleh pengguna sesuai dengan tingkat berapa persen terjangkitnya tanaman jagung dengan gejala-gejala tersebut. Setelah pengguna selesai mengisi formulir tersebut dan menekan tombol *submit* maka sistem akan menampilkan hasil perhitungan *fuzzy-tsukamoto* dan hasil diagnosa penyakit yang ada pada tanaman jagung. Tampilan antarmuka halaman diagnosa digambarkan pada Gambar 5.31.

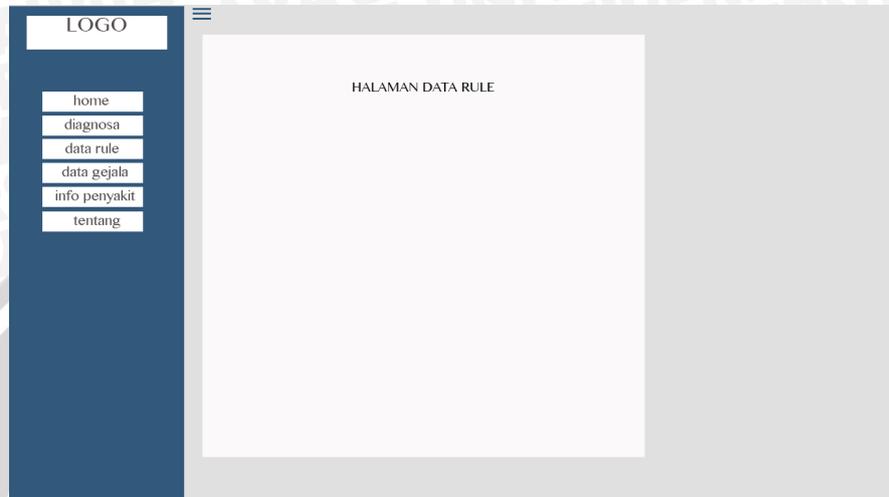


Gambar 5.31 Antarmuka halaman diagnosa



(c) Antarmuka halaman data rule

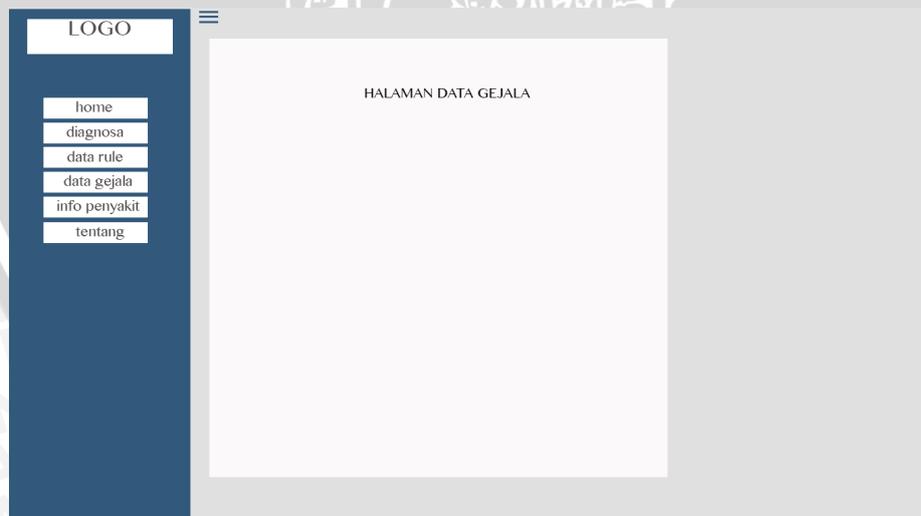
Pada halaman data *rule* akan ditampilkan table yang berisi *rule-rule* yang dipakai untuk perhitungan *Fuzzy Tsukamoto* sehingga dapat mendiagnosa penyakit dari gejala-gejala yang diinputkan. Tampilan antarmuka halaman data *rule* digambarkan pada Gambar 5.32.



Gambar 5.32 Antarmuka halaman data *rule*

(d) Antarmuka halaman data gejala

Pada halaman data gejala akan ditampilkan table yang berisi gejala-gejala yang mengindikasikan penyakit-penyakit pada tanaman jagung, Gejala-gejala tersebut digunakan pada inputan data yang akan digunakan sistem diagnosa pada tanaman jagung. Tampilan antarmuka halaman data gejala digambarkan pada Gambar 5.33.

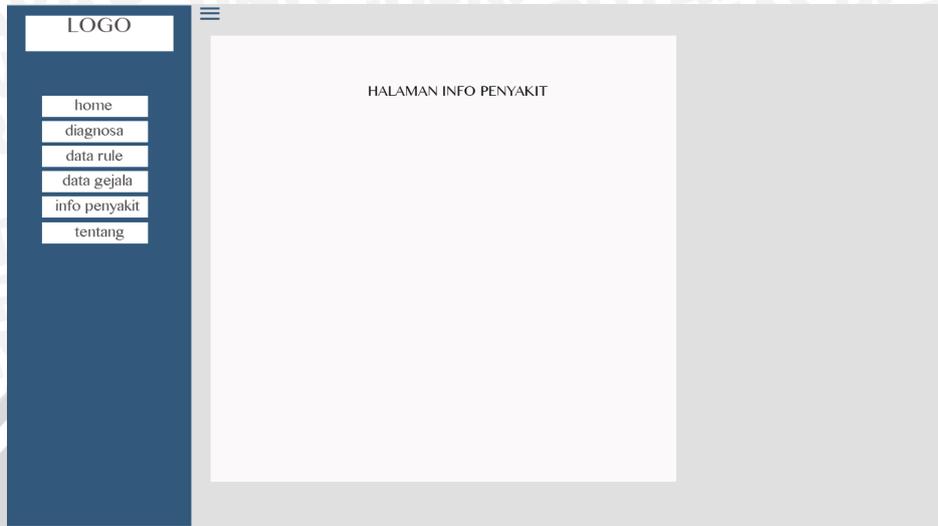


Gambar 5.33 Antarmuka halaman data gejala

(e) Antarmuka halaman info penyakit

Pada halaman info penyakit akan ditampilkan macam-macam penyakit yang ada pada tanaman jagung yang dapat didiagnosa oleh sistem. Macam-macam

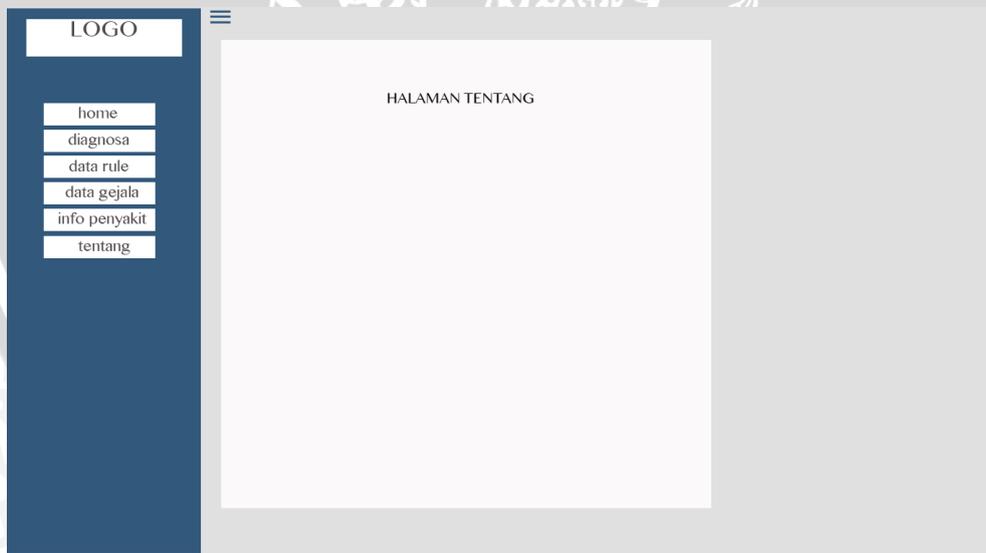
penyakit tersebut akan disertai foto tanaman yang terkena penyakit tersebut beserta penjelasan dan penanggulangannya. Tampilan antarmuka halaman info penyakit digambarkan pada Gambar 5.34.



Gambar 5.34 Antarmuka halaman info penyakit

(f) Antarmuka halaman tentang

Pada halaman tentang akan ditampilkan info mengenai sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung ini dan mengenai profile pengembang sistem. Tampilan antarmuka halaman tentang digambarkan pada Gambar 5.35.



Gambar 5.35 Antarmuka halaman tentang

5.1.3 Perancangan pengujian

Pada penelitian ini dilakukan tiga buah pengujian, yakni pengujian fungsionalitas dan pengujian akurasi pakar. Pengujian fungsionalitas adalah pengujian yang untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun telah sesuai

dengan kebutuhan-kebutuhan sistem yang telah ditentukan. Skenario pengujian fungsionalitas ditunjukkan pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Tabel skenario pengujian fungsionalitas

No.	Kode	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan
1.	TRS_F_100	Menampilkan halaman utama	Sistem mampu menampilkan halaman utama (beranda) yang berisi informasi tanaman jagung.
2.	TRS_F_200	Melakukan diagnosa	Menu Diagnosa mampu mengantarkan pengguna menuju halaman formulir diagnosa.
3.	TRS_F_201	Menampilkan formulir diagnosa	Sistem mampu menampilkan formulir gejala-gejala penyakit tanaman jagung
4.	TRS_F_202	Menampilkan hasil diagnosa	Sistem mampu menampilkan hasil perhitungan, hasil diagnosa gejala, dan solusi dengan benar.
5.	TRS_F_300	Menampilkan informasi data rule	Menu informasi data rule dapat menampilkan data rule yang menjadi acuan perhitungan sistem.
6.	TRS_F_301	Menampilkan informasi data gejala	Menu informasi data gejala dapat menampilkan data gejala yang menjadi acuan diagnosa.
7.	TRS_F_400	Menampilkan informasi penyakit jagung	Menu informasi penyakit jagung mampu menampilkan halaman informasi mengenai penyakit tanaman jagung.
8.	TRS_F_500	Menampilkan informasi tentang	Menu Tentang mampu menampilkan halaman informasi mengenai sistem dan pengembang.

Tujuan dari pengujian akurasi pakar adalah mengetahui jumlah kecocokan data antara hasil diagnosa sistem dengan hasil diagnosa pakar. Contoh tabel pengujian akurasi ditunjukkan pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Pengujian akurasi

No.	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	HASIL SISTEM	HASIL PAKAR
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		

5.2 Implementasi

Pada tahap ini dijelaskan mengenai tahap-tahap pembentukan sistem, dalam tahap implementasi, semua hal yang didapatkan dari proses studi literatur diterapkan. Pembangunan sistem mengacu pada tahap perancangan sistem.

5.2.1 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.

5.2.1.1 Spesifikasi perangkat keras

Sistem ini menggunakan perangkat komputer dengan spesifikasi perangkat keras seperti Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Spesifikasi perangkat keras

Nama Komponen	Spesifikasi
Prosesor	Intel® Core™ i5 CPU@2.50GHz
Memori	4096 MB
Kartu Grafis	Intel HD Graphics 4000
Harddisk	500 GB

5.2.1.2 Spesifikasi perangkat lunak

Sistem ini juga menggunakan perangkat komputer dengan spesifikasi perangkat lunak seperti pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Spesifikasi perangkat lunak

Nama	Spesifikasi
Sistem operasi	OSX EL CAPITAN
Bahasa pemrograman	PHP
Tools Pemrograman	Netbeans IDE 8.1

5.2.2 Batasan implementasi

Berikut merupakan batasan implementasi pada sistem diagnosa penyakit tanaman jagung:

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

5.2.3 Implementasi algoritma

Implementasi algoritma dilakukan berdasarkan pada sub bab algoritma *Fuzzy- Tsukamoto*. Pada sub bab tersebut telah dijelaskan yaitu menghitung derajat keanggotaan (*fuzzifikasi*), menentukan *rule* yang digunakan, menentukan $\alpha - \text{predikat}$, menghitung nilai z , dan menghitung nilai Z dari setiap penyakit (*defuzzifikasi*).

5.2.3.1 Fuzzifikasi

Proses menghitung derajat keanggotaan dilakukan dengan mencari μ dari tiap inputan gejala penyakit tanaman jagung sesuai dari grafik derajat keanggotaan tiap gejala. Implementasi Algoritma fuzzifikasi digambarkan pada Gambar 5.36.

```

1. public function fuzzyfikasigejala($input_gejala, $kode_objek) {
2.     $ini = & get_instance();
3.     $ini->load->model('m_objek');
4.     $where = 'sedikit';
5.     $where1 = 'sedang';
6.     $where2 = 'banyak';
7.     $sedikit = $ini->m_objek->getbatasObjek($kode_objek, $where);
8.     $sedang = $ini->m_objek->getbatasObjek($kode_objek, $where1);
9.     $banyak = $ini->m_objek->getbatasObjek($kode_objek, $where2);
10.    foreach ($sedikit as $sdk) {
11.        $sdk_bts_atas = $sdk->batas_atas;
12.        $sdk_bts_bawah = $sdk->batas_bawah;
13.    }
14.    foreach ($sedang as $sdg) {
15.        $sdg_bts_atas = $sdg->batas_atas;
16.        $sdg_bts_bawah = $sdg->batas_bawah;

```

```

17.     }
18.     foreach ($banyak as $byk) {
19.         $byk_bts_atas = $byk->batas_atas;
20.         $byk_bts_bawah = $byk->batas_bawah;
21.     }
22.     $hasil[$kode_objek]['nilai_sedikit'] = 0;
23.     $hasil[$kode_objek]['nilai_sedang'] = 0;
24.     $hasil[$kode_objek]['nilai_banyak'] = 0;
25.     (float) $nilai_sedikit = 0;
26.     (float) $nilai_sedang = 0;
27.     (float) $nilai_banyak = 0;
28.     //sedikit
29.     if (($input_gejala <= $sdk_bts_atas && $input_gejala >= $sdk_bts_
bawah)) {
30.
31.         if ($input_gejala >= $sdg_bts_atas || $input_gejala <= $sdg_b
ts_bawah) {
32.             (float) $nilai_sedikit = 0;
33.         } elseif ($input_gejala == $sdg_bts_bawah) {
34.             (float) $nilai_sedikit = 1;
35.         } elseif ($input_gejala > $sdg_bts_bawah && $input_gejala < $
sdg_bts_bawah) {
36.             (float) $nilai_sedikit = ((float) $input_gejala - (float)
$sdg_bts_bawah) / ((float) $sdg_bts_bawah - (float) $sdg_bts_bawah);
37.         } elseif ($input_gejala < $sdg_bts_atas && $input_gejala > $s
dg_bts_bawah) {
38.
39.             (float) $nilai_sedikit = ((float) $sdg_bts_atas - (float)
$input_gejala) / ((float) $sdg_bts_atas - (float) $sdg_bts_bawah);
40.         }
41.         $hasil[$kode_objek]['nilai_sedikit'] = (float) $nilai_sedikit
;
42.     }
43.     if ($input_gejala >= $sdg_bts_atas || $input_gejala <= $sdg_bts_b
awah) {
44.         (float) $nilai_sedang = 0;
45.     } elseif ($input_gejala == $sdg_bts_atas) {
46.         (float) $nilai_sedang = 1;
47.     } elseif ($input_gejala > $sdg_bts_bawah && $input_gejala < $sdg_
bts_atas) {
48.         (float) $nilai_sedang = ((float) $input_gejala - (float) $sdg
_bts_bawah) / ((float) $sdg_bts_atas - (float) $sdg_bts_bawah);
49.     } elseif ($input_gejala < $sdg_bts_atas && $input_gejala > $byk_b
ts_bawah) {
50.
51.         (float) $nilai_sedang = ((float) $sdg_bts_atas - (float) $inp
ut_gejala) / ((float) $sdg_bts_atas - (float) $byk_bts_bawah);
52.     }
53.     $hasil[$kode_objek]['nilai_sedang'] = (float) $nilai_sedang;
54.     //banyak
55.     if ($input_gejala >= $byk_bts_bawah && $input_gejala <= $byk_bts_
atas) {
56.
57.         if ($input_gejala <= $byk_bts_bawah) {
58.             (float) $nilai_banyak = 0;
59.         } elseif ($input_gejala >= $sdg_bts_atas) {
60.             (float) $nilai_banyak = 1;
61.         } elseif ($input_gejala > $byk_bts_bawah && $input_gejala < $
sdg_bts_atas) {
62.             (float) $nilai_banyak = ((float) $input_gejala - (float)
$byk_bts_bawah) / ((float) $sdg_bts_atas - (float) $byk_bts_bawah);
63.         }

```

```

64.         $hasil[$kode_objek]['nilai_banyak'] = (float) $nilai_banyak;
65.     }
66.     return $hasil;
67. }

```

Gambar 5.36 Implementasi algoritma fuzzifikasi

Penjelasan algoritma proses fuzzifikasi pada Gambar 5.36 adalah sebagai berikut :

1. Pada baris ke-1 hingga ke-27 merupakan deklarasi variable-variable yang dibutuhkan.
2. Pada baris ke-29 hingga ke-42 merupakan proses perhitungan keanggotaan sedikit.
3. Pada baris ke-43 hingga ke-53 merupakan proses perhitungan keanggotaan sedang.
4. Pada baris ke-55 hingga ke-64 merupakan proses perhitungan keanggotaan banyak.

5.2.3.2 Pengambilan rule

Proses pengambilan *rule* dilakukan dengan mengambil rule setiap gejala untuk setiap penyakit pada tabel `ig_rule` dalam database untuk menghasilkan nilai fungsi keanggotaan sesuai *rule*. Implementasi Algoritma pengambilan digambarkan pada Gambar 5.37.

```

1. $rule = $this->m_rule->getallRule();
2.
3.     foreach ($rule as $rl) {
4.         $id_rule = $rl->id_rule; $rl_g1 = $rl->g1; $rl_g2 = $rl->
>g2;
5.         $rl_g3 = $rl->g3; $rl_g4 = $rl->g4; $rl_g5 = $rl->g5;
6.         $rl_g6 = $rl->g6; $rl_g7 = $rl->g7; $rl_g8 = $rl->g8;
7.         $rl_g9 = $rl->g9; $rl_g10 = $rl->g10; $rl_g11 = $rl->
>g11;
8.         $rl_g12 = $rl->g12; $rl_g13 = $rl->g13; $rl_g14 = $rl->
>g14;
9.         $rl_g15 = $rl->g15; $rl_g16 = $rl->g16;
10.        $rl_penyakit = $rl->id_penyakit;
11.
12.        if ($input_g1 == 0) {
13.            $miu_g1 = NULL;
14.        } else {
15.            $nilai_g1 = $this->fuzzifikasi-
>fuzzyfikasigejala($input_g1, "G1");
16.
17.            if ($rl_g1 == 'Sedikit') {
18.                $miu_g1 = $nilai_g1["G1"]['nilai_sedikit'];
19.            } elseif ($rl_g1 == 'Sedang') {
20.                $miu_g1 = $nilai_g1["G1"]['nilai_sedang'];
21.            } elseif ($rl_g1 == 'Banyak') {
22.                $miu_g1 = $nilai_g1["G1"]['nilai_banyak'];
23.            } elseif ($rl_g1 == "Tidak") {
24.                $miu_g1 = NULL;
25.            }

```

```

26.         }
27. .
28. .
29. .
287.         if ($input_g16 == 0) {
288.             $miu_g16 = NULL;
289.         } else {
290.             $nilai_g16 = $this->fuzzifikasi-
>fuzzyfikasigejala($input_g16, "G16");
291.
292.             if ($r1_g16 == 'Sedikit') {
293.                 $miu_g16 = $nilai_g16["G16"]['nilai_sedikit
'];
294.             } elseif ($r1_g16 == 'Sedang') {
295.                 $miu_g16 = $nilai_g16["G16"]['nilai_sedang'
];
296.             } elseif ($r1_g16 == 'Banyak') {
297.                 $miu_g16 = $nilai_g16["G16"]['nilai_banyak'
];
298.             } elseif ($r1_g16 == "Tidak") {
299.                 $miu_g16 = NULL;
300.             }
}

```

Gambar 5.37 Implementasi algoritma pengambilan rule

Penjelasan algoritma proses pengambilan *rule* pada Gambar 5.37 adalah sebagai berikut :

1. Pada baris ke-1 adalah proses pengambilan data *rule*
2. Pada baris ke-3 hingga ke 10 adalah deklarasi variable tiap *rule*
3. Pada baris ke 12 hingga ke-300 adalah proses pengambilan nilai derajat keanggotaan tiap gejala sesuai dengan *rule*, misal sedikit, sedang atau banyak.

5.2.3.3 Menentukan α – predikat

Proses menentukan α -predikat adalah dengan cara mencari nilai minimal dari setiap μ pada gejala-gejala penyakit tanaman jagung yang sebelumnya sudah ditentukan sesuai dengan rule yang dipakai pada perhitungan *Fuzzy Tsukamoto*. Implementasi Algoritma menentukan α -predikat digambarkan pada Gambar 5.3

```

1. $alpha_a = array($miu_g1, $miu_g2, $miu_g3, $miu_g4, $miu_g5, $m
iu_g6, $miu_g7, $miu_g8, $miu_g9,
2.     $miu_g10, $miu_g11, $miu_g12, $miu_g13, $miu_g14, $miu_g15, $miu_g
16
3. );
4.
5. $alpha_a_new = array();
6. $jml_array = count($alpha_a);
7.
8. for ($l = 0; $l < $jml_array; $l++) {
9.     if ($alpha_a[$l] != NULL) {
10.         $alpha_a_new[$l] = $alpha_a[$l];
11.     }
12. }

```

```

13.
14. asort($alpha_a_new);
15. sort($alpha_a_new);

```

Gambar 5.38 Algoritma penentuan α -predikat

Penjelasan algoritma proses fuzzifikasi pada Gambar 5.38 adalah sebagai berikut :

4. Pada baris ke-1 hingga ke-5 merupakan deklarasi array penyimpanan miu
5. Pada baris ke-6 adalah perhitungan jumlah miu
6. Pada baris ke 8 hingga ke-12 adalah proses pemberian perkecualian jika miu sama dengan NULL
7. Pada baris ke 14-15 adalah pengurutan miu berdasarkan nilai paling kecil sehingga dapat diambil α -predikat

5.2.3.4 Menentukan nilai z

Proses menghitung nilai z adalah dengan mengkalikan α -predikat dengan nilai derajat keanggotaan tiap penyakit sebanyak jumlah rule yang ada. Hasil perhitungan tersebut berupa nilai z yang akan digunakan pada proses berikutnya. Implementasi Algoritma penentuan nilai z digambarkan pada Gambar 5.39.

```

1. public function menghitung_z($alphaP, $rule) {
2.     $ini = & get_instance();
3.     $ini->load->model('m_objek');
4.     $ini->load->model('m_tsukamoto');
5.     //mengambil dari tabel hasil
6.     $tingkat = 'ya';
7.     $where1 = 'P1';
8.     $where2 = 'P2';
9.     $where3 = 'P3';
10.    $where4 = 'P4';
11.    $where5 = 'P5';
12.    $P1 = $ini->m_objek->getbatasObjek($where1, $tingkat);
13.    $P2 = $ini->m_objek->getbatasObjek($where2, $tingkat);
14.    $P3 = $ini->m_objek->getbatasObjek($where3, $tingkat);
15.    $P4 = $ini->m_objek->getbatasObjek($where4, $tingkat);
16.    $P5 = $ini->m_objek->getbatasObjek($where5, $tingkat);
17.
18.    if ($rule == 'P1') {
19.
20.        //mencari nilai batas atas dan batas bawah
21.        $batas_atas = $P1[0]->batas_atas;
22.        $batas_bawah = $P1[0]->batas_bawah;
23.
24.        //perhitungan mencari nilai Z
25.        (float) $z = (float) $alphaP * ((float) $batas_atas - (float) $batas_bawah) + (float) $batas_bawah;
26.
27.        return (float) $z;
28.    }
29.
30.    if ($rule == 'P2') {

```

```

31.
32.     $batas_atas = $P2[0]->batas_atas;
33.     $batas_bawah = $P2[0]->batas_bawah;
34.     (float) $z = (float) $alphaP * ((float) $batas_atas - (flo
at) $batas_bawah) + (float) $batas_bawah;
35.
36.     return (float) $z;
37. }
38.
39. if ($rule == 'P3') {
40.
41.     $batas_atas = $P3[0]->batas_atas;
42.     $batas_bawah = $P3[0]->batas_bawah;
43.     (float) $z = (float) $alphaP * ((float) $batas_atas - (flo
at) $batas_bawah) + (float) $batas_bawah;
44.
45.     return (float) $z;
46. }
47.
48. if ($rule == 'P4') {
49.
50.     $batas_atas = $P4[0]->batas_atas;
51.     $batas_bawah = $P4[0]->batas_bawah;
52.     (float) $z = (float) $alphaP * ((float) $batas_atas - (flo
at) $batas_bawah) + (float) $batas_bawah;
53.
54.     return (float) $z;
55. }
56.
57. if ($rule == 'P5') {
58.
59.     $batas_atas = $P5[0]->batas_atas;
60.     $batas_bawah = $P5[0]->batas_bawah;
61.     (float) $z = (float) $alphaP * ((float) $batas_atas - (flo
at) $batas_bawah) + (float) $batas_bawah;
62.
63.     return (float) $z;
64. }

```

Gambar 5.39 Algoritma perhitungan nilai z

Penjelasan algoritma proses fuzzifikasi pada Gambar 5.39 adalah sebagai berikut :

1. Pada baris ke-1 hingga ke-16 merupakan deklarasi variable yang dibutuhkan.
2. Pada baris ke-18 hingga ke-61 adalah perhitungan nilai z pada setiap jenis penyakit pada tanaman jagung.

5.2.3.5 Defuzzifikasi

Setelah pada proses sebelumnya diketahui nilai α -predikat dan nilai z dari setiap rule yang ada maka dicari nilai Z dari setiap rule semua jenis penyakit. Nilai Z dapat diperoleh dengan cara membagi jumlah total nilai α -predikat dikali dengan jumlah total nilai z dengan jumlah total nilai z. Algoritma penentuan Nilai Z (defuzzifikasi) dijelaskan pada Gambar 5.40.

```

1. $sumpenyakit = $this->m_penyakit->getallPenyakit();
2.   $hasil_hitung[] = array();
3.   $hasil_penyakit[] = array();
4.   $total_alpha_p[] = array();
5.   $total_alpha_p_z[] = array();
6.   $talpha_p = array();
7.   $talpha_p_z = array();
8.   $baris = 0;
9.   foreach ($sumpenyakit as $sump) {
10.    $talpha_p = $this->m_tsukamoto->sumAlpha_p($sump-
>id_penyakit);
11.    $talpha_p_z = $this->m_tsukamoto->sumAlpha_p_z($sump-
>id_penyakit);
12.
13.    foreach ($talpha_p as $t1) {
14.      $total_alpha_p[$baris] = $t1->total_alpha_p;
15.    }
16.    foreach ($talpha_p_z as $t2) {
17.      $total_alpha_p_z[$baris] = $t2->total_alpha_p_z;
18.    }
19.    $hasil_penyakit[$baris] = $sump->nama_penyakit;
20.    $baris++;
21.  }
22.
23.  for ($m = 0; $m < $baris; $m++) {
24.    if ((float) $total_alpha_p[$m] != 0) {
25.      $hasil_hitung[$m] = (float) $total_alpha_p_z[$m] / (fl
oat) $total_alpha_p[$m];
26.    }else{
27.      $hasil_hitung[$m]=0;
28.    }
29.  }

```

Gambar 5.40 Algoritma proses defuzzifikasi

Penjelasan algoritma proses fuzzifikasi pada Gambar 3.40 adalah sebagai berikut :

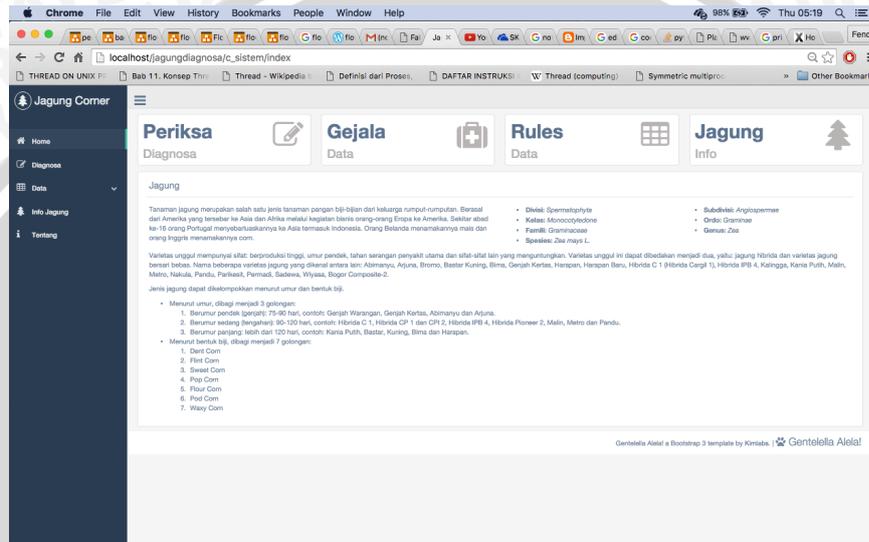
1. Pada baris ke-1 hingga ke-8 merupakan deklarasi variable yang dibutuhkan
2. Pada baris ke-9 hingga ke-21 merupakan perhitungan nilai total alpha predikat kali nilai z dan total nilai z
3. Pada baris ke-23 hingga ke-28 merupakan perhitungan nilai Z setiap penyakit dari nilai total alpha predikat kali nilai z dibagi total nilai z

5.2.4 Implementasi antarmuka

Antarmuka system berguna untuk media penghubung antara system dengan pengguna. Dengan adanya antarmuka, pengguna bias menjalankan system dengan lebih mudah. Sistem ini dirancang untuk dapat menampilkan halaman *home*, halaman data rule, halaman data gejala, halaman info penyakit, halaman diagnose dan halaman tentang.

5.2.4.1 Implementasi antarmuka halaman home

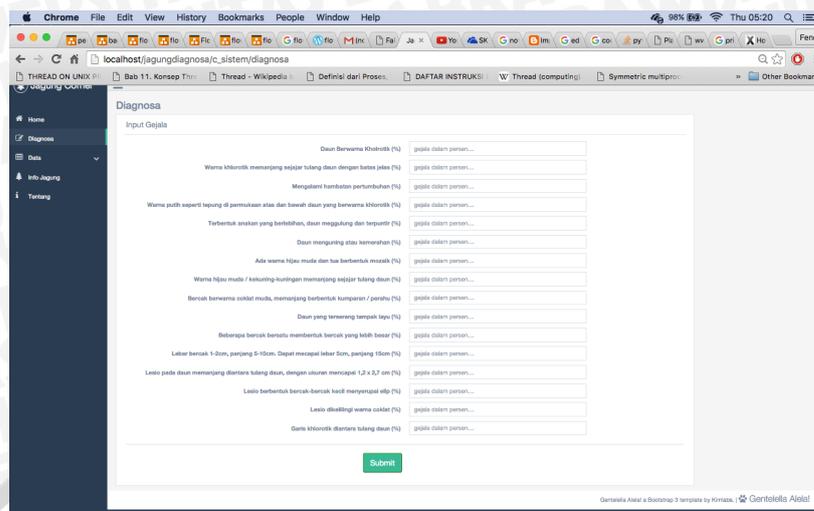
Pada Halaman *home*, setiap pengguna sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung dapat melihat halaman awal yang berisikan menu dan informasi mengenai tanaman jagung. Menu yang ada terdiri diagnosa, data rule, data gejala, info penyakit dan tentang. Tampilan halaman *home* digambarkan pada Gambar 4.41. Pada antarmuka di setiap halaman akan ditampilkan menu yang sama serta terdapat logo sistem pada pojok kiri atas halaman sistem.



Gambar 5.41 Implementasi antarmuka halaman home

5.2.4.2 Implementasi antarmuka halaman diagnosa

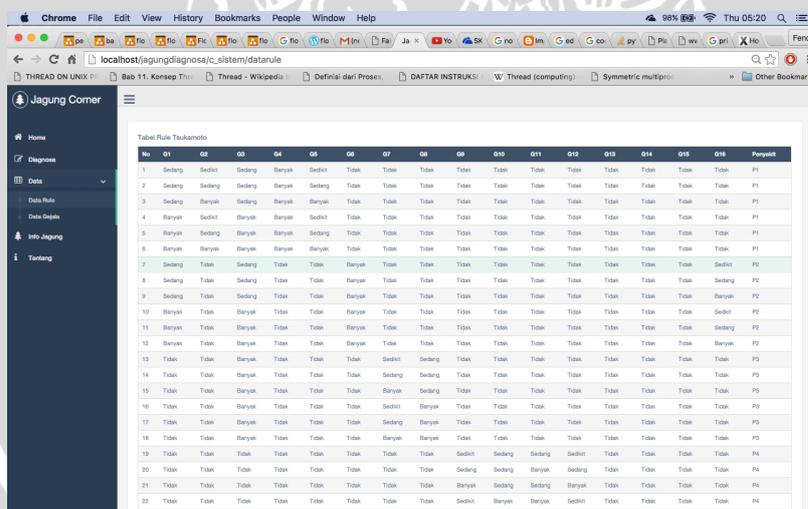
Pada halaman diagnosa akan ditampilkan formulir isian berupa gejala-gejala penyakit yang nantinya akan diisi oleh pengguna sesuai dengan tingkat berapa persen terjangkitnya tanaman jagung dengan gejala-gejala tersebut. Setelah pengguna selesai mengisi formulir tersebut dan menekan tombol *submit* maka sistem akan menampilkan hasil perhitungan *fuzzy-tsukamoto* dan hasil diagnosa penyakit yang ada pada tanaman jagung. Tampilan antarmuka halaman diagnosa digambarkan pada Gambar 5.42.



Gambar 5.42 Implementasi antarmuka halaman diagnosa

5.2.4.3 Implementasi antarmuka halaman data rule

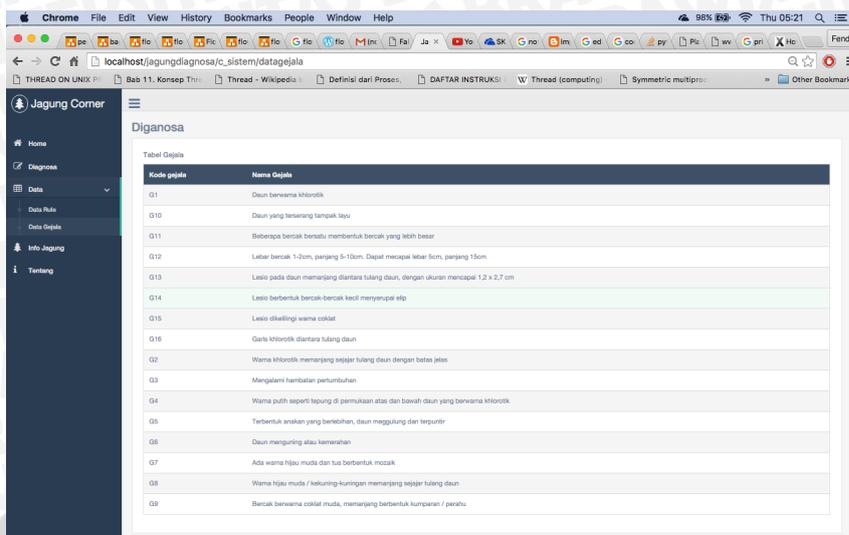
Pada halaman data *rule* akan ditampilkan table yang berisi *rule-rule* yang dipakai untuk perhitungan *Fuzzy Tsukamoto* sehingga dapat mendiagnosa penyakit dari gejala-gejala yang diinputkan. Tampilan antarmuka halaman data *rule* digambarkan pada Gambar 5.43.



Gambar 5.43 Implementasi antarmuka halaman rule

5.2.4.4 Implementasi antarmuka halaman data gejala

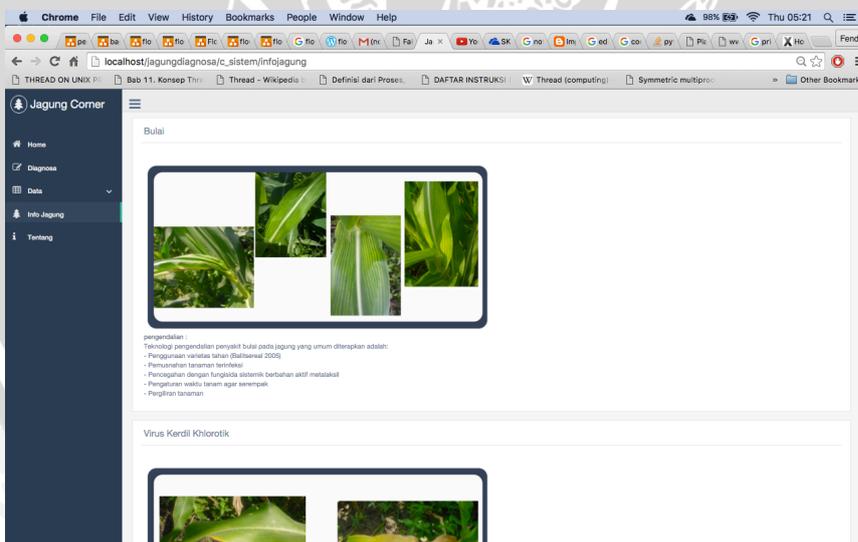
Pada halaman data gejala akan ditampilkan table yang berisi gejala-gejala yang mengindikasikan penyakit-penyakit pada tanaman jagung, Gejala-gejala tersebut digunakan pada inputan data yang akan digunakan sistem diagnosa pada tanaman jagung. Tampilan antarmuka halaman data gejala digambarkan pada Gambar 5.44.



Gambar 5.44 Implementasi antarmuka halaman data gejala

5.2.4.5 Implementasi antarmuka halaman info penyakit

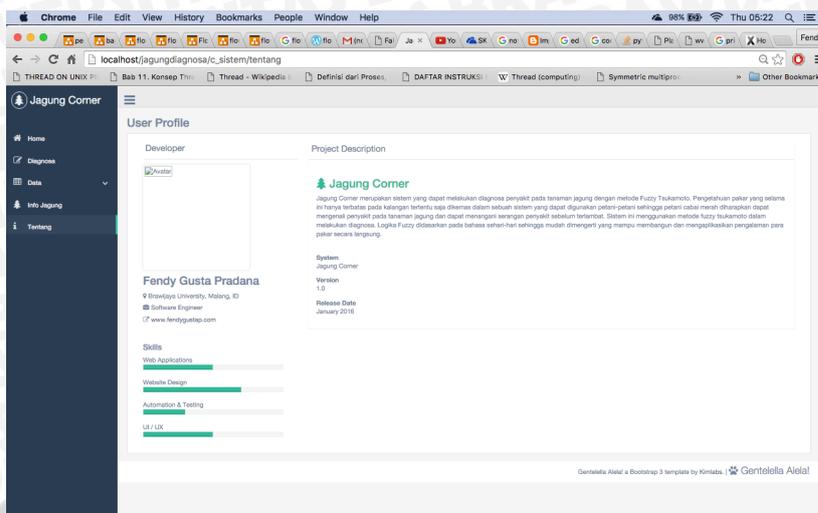
Pada halaman info penyakit akan ditampilkan macam-macam penyakit yang ada pada tanaman jagung yang dapat didiagnosa oleh sistem. Macam-macam penyakit tersebut akan disertai foto tanaman yang terkena penyakit tersebut beserta penjelasan dan penanggulangannya. Tampilan antarmuka halaman info penyakit digambarkan pada Gambar 5.45.



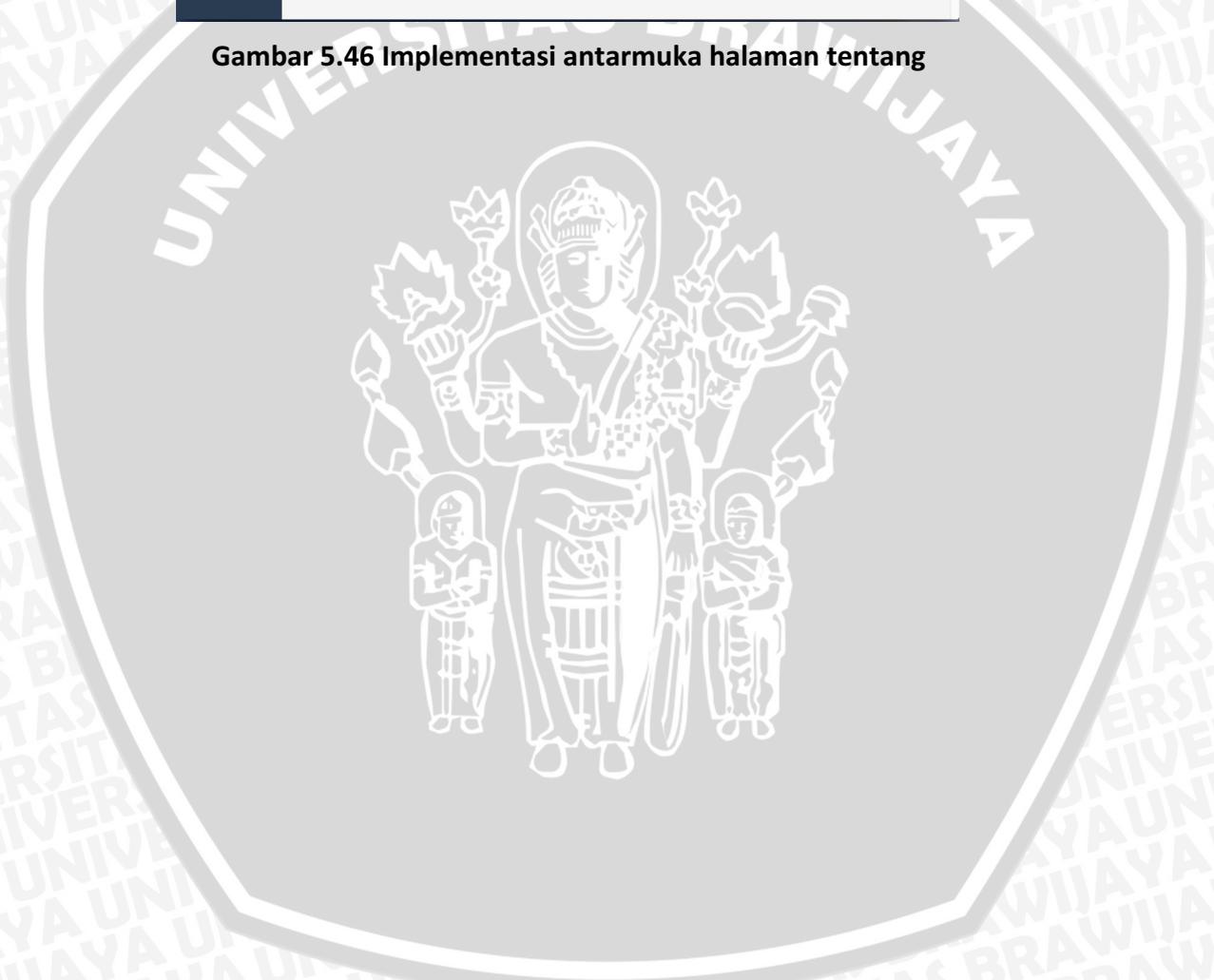
Gambar 5.45 Implementasi antarmuka halaman info penyakit jagung

5.2.4.6 Implementasi antarmuka halaman tentang

Pada halaman tentang akan ditampilkan info mengenai sistem diangnosa penyakit pada tanaman jagung ini dan mengenai profile pengembang sistem. Tampilan antarmuka halaman tentang digambarkan pada Gambar 5.46.

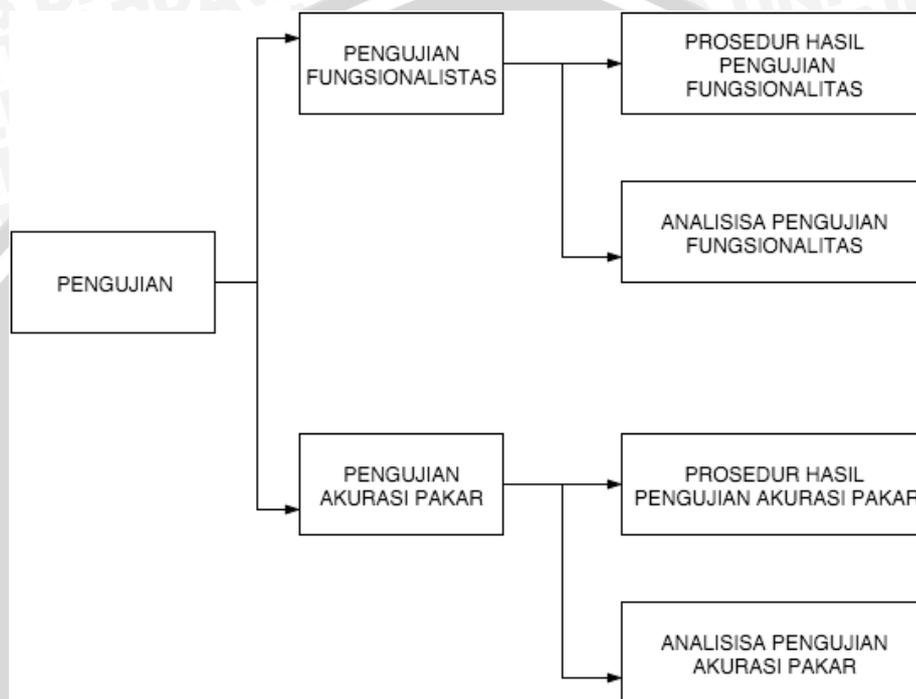


Gambar 5.46 Implementasi antarmuka halaman tentang



BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

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



Gambar 6.1 Diagram Pohon Pengujian dan Analisa

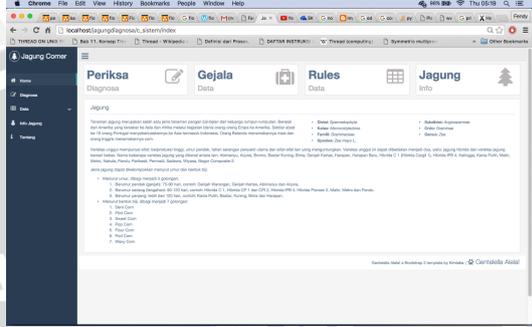
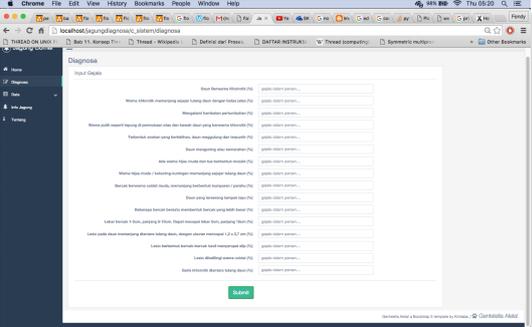
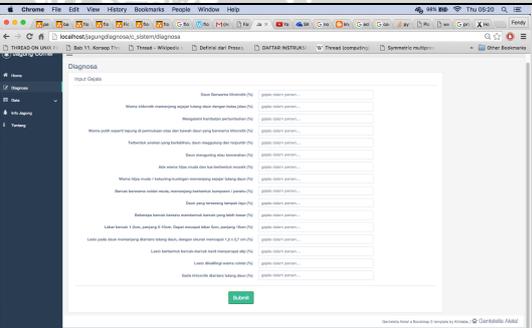
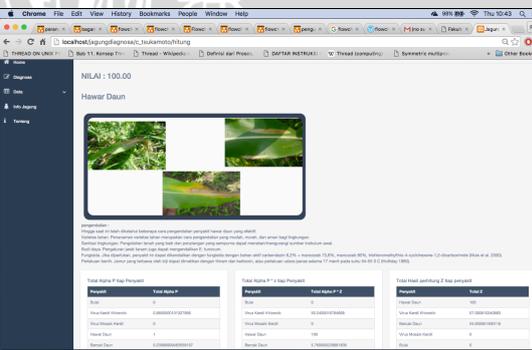
6.1 Pengujian Fungsionalitas

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 5.11. 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.

6.1.1 Prosedur dan hasil pengujian fungsionalitas

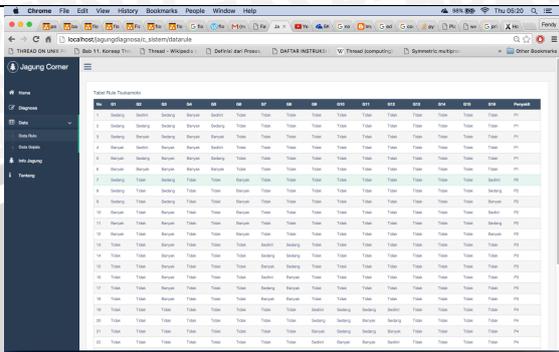
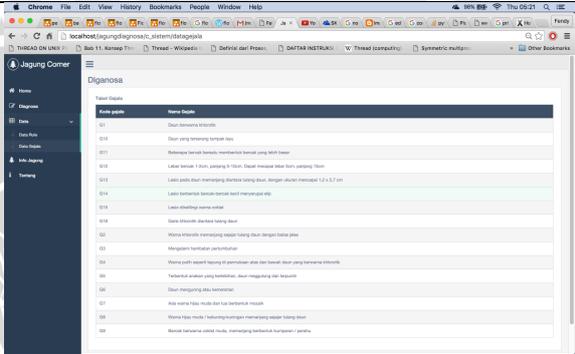
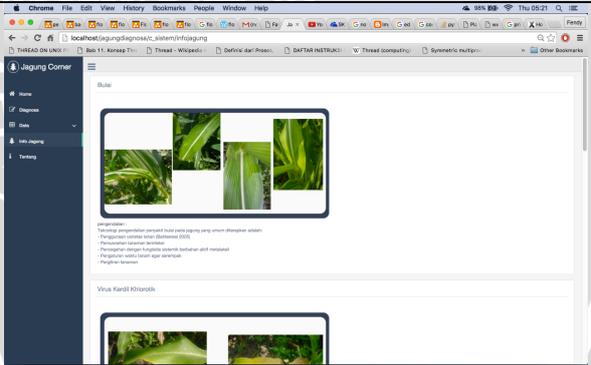
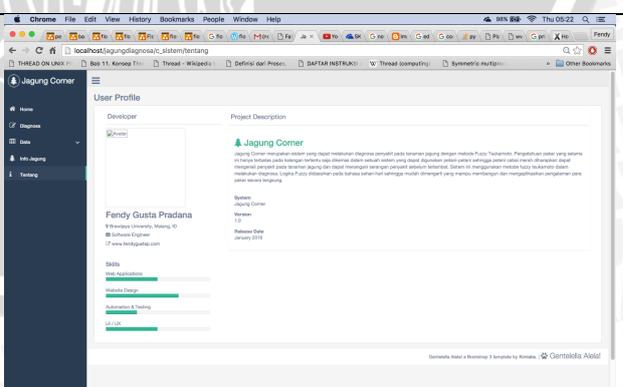
Pengujian fungsionalitas dilakukan dengan membuat kasus uji untuk setiap daftar kebutuhan sistem yang telah dirancang pada Tabel 5.11. Hasil pengujian fungsionalitas ditunjukkan pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Tabel hasil pengujian fungsionalitas

No.	Kode	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Didapat	Status Validasi
1.	TRS_F_100	Menampilkan halaman utama	Sistem mampu menampilkan halaman utama (beranda) yang berisi informasi tanaman jagung.		Valid
2.	TRS_F_200	Melakukan diagnosa	Menu Diagnosa mampu mengantarkan pengguna menuju halaman formulir diagnosa.		valid
3.	TRS_F_201	Menampilkan formulir diagnosa	Sistem mampu menampilkan formulir gejala-gejala penyakit tanaman jagung		valid
4.	TRS_F_202	Menampilkan hasil diagnosa	Sistem mampu menampilkan hasil perhitungan, hasil diagnosa gejala, dan solusi dengan benar.		valid



Tabel 6.1 Tabel hasil pengujian fungsionalitas

No.	Kode	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Didapat	Status Validasi
5.	TRS_F_300	Menampilkan informasi data rule	Menu informasi data rule dapat menampilkan data rule yang menjadi acuan perhitungan sistem.		valid
6.	TRS_F_301	Menampilkan informasi data gejala	Menu informasi data gejala dapat menampilkan data gejala yang menjadi acuan diagnosa.		valid
7.	TRS_F_400	Menampilkan informasi penyakit jagung	Menu informasi penyakit jagung mampu menampilkan halaman informasi mengenai penyakit tanaman jagung.		valid
8.	TRS_F_500	Menampilkan informasi tentang	Menu Tentang mampu menampilkan halaman informasi mengenai sistem dan pengembang.		valid

6.1.2 Analisa pengujian fungsionalitas

Analisa hasil pengujian fungsionalitas dilakukan dengan membandingkan kesesuaian antara hasil yang diharapkan dengan hasil yang didapat. Hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 6.1 memiliki tingkat kesesuaian 100%, sehingga dapat disimpulkan bahwa fungsionalitas dari Pemodelan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jagung dengan Metode *Fuzzy Tsukamoto* berjalan dengan benar.

6.2 Pengujian akurasi pakar

Pengujian akurasi pakar dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kecocokan hasil diagnosa Sistem Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Jagung dengan Metode *Fuzzy Tsukamoto* dengan hasil diagnosa pakar.

6.2.1 Prosedur dan hasil pengujian akurasi pakar

Pengujian akurasi dilakukan dengan cara mencocokkan hasil diagnosa sistem berupa 20 data uji dengan hasil diagnosa pakar. Hasil pengujian akurasi ditunjukkan pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Hasil pengujian akurasi pakar

No.	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	HASIL SISTEM	HASIL PAKAR
1	25	33	18	44	44	97	95	80	37	39	24	34	40	36	70	79	P5	P5
2	87	95	80	80	51	79	87	73	93	20	30	20	65	60	37	35	P3	P3
3	22	60	83	37	50	9	20	33	81	66	73	5	94	81	6	91	P3	P3
4	51	66	26	81	71	97	5	59	97	33	15	38	28	89	59	45	P5	P5
5	97	25	73	80	86	67	67	23	13	10	44	38	80	32	16	64	P2	P2
6	48	75	45	67	67	21	15	24	20	80	38	30	30	70	34	80	P1	P1
7	90	49	90	89	78	67	56	56	45	45	60	77	66	95	58	58	P5	P5
8	9	71	51	46	51	12	6	96	68	78	16	27	90	28	81	20	P3	P3
9	11	87	62	38	1	60	3	72	62	1	39	66	38	66	25	59	P3	P3
10	80	32	60	65	70	48	65	62	35	48	45	59	21	67	55	66	P3	P3
11	66	83	90	58	2	94	77	39	8	14	91	26	87	82	93	20	P2	P2
12	34	66	90	52	4	63	49	54	35	70	26	65	60	54	43	68	P3	P3
13	67	44	98	67	93	82	53	35	1	46	67	10	34	91	25	73	P2	P2
14	90	96	38	50	46	1	13	98	83	90	24	92	77	71	89	89	P5	P5
15	45	14	53	92	84	69	38	27	50	90	96	55	23	54	77	67	P2	P2
16	55	64	77	95	93	54	11	98	55	6	85	75	99	19	53	37	P3	P3
17	15	53	28	20	18	23	60	34	88	72	64	70	63	50	40	53	P4	P4
18	97	33	44	86	29	52	42	91	87	41	24	97	57	37	64	78	P5	P5
19	3	21	4	21	88	48	12	58	65	34	36	62	61	34	87	6	P4	P5
20	90	35	30	87	45	52	42	91	87	41	30	90	60	40	64	78	P5	P5

6.2.2 Analisa pengujian akurasi pakar

Berdasarkan Tabel 6.2, dilakukan perhitungan akurasi menggunakan persamaan 2.11 dan menghasilkan:

$$\text{Nilai akurasi} = 19/20 \times 100\% = 95\%$$

Hasil akurasi tersebut tidak seratu persen karena ada perbedaan dari hasil sistem dengan hasil pakar. Pada pengujian nomor 19 hasil sistem menyatakan bahwa tanaman terkena penyakit dengan kode P4 yati hawar daun, namun hasil pakar adalah penyakit dengan kode P5 yaitu bercak daun. Hasil ini dikarenakan

pada sistem hanya mampu menampilkan satu penyakit saja sedangkan pada perhitungan ada dua nilai penyakit yang memiliki nilai sama. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil diagnosa sistem hampir mendekati prediksi pakar. berjalan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan sistem yang telah ditetapkan namun ada sedikit kekurangan untuk beberapa kasus diagnosa penyakit pada tanaman jagung.



BAB 7 PENUTUP

Pada bab ini memuat kesimpulan dan saran terhadap penelitian yang dilakukan. Kesimpulan dan saran disajikan secara terpisah, dengan penjelasan sebagai berikut:

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil perancangan dan pengujian yang dilakukan pada sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses diagnosa penyakit pada tanaman jagung dilakukan dengan cara menginputkan gejala-gejala yang muncul pada tanaman jagung berupa tingkat dalam persen. Melalui gejala-gejala tersebut dilakukan perhitungan dengan metode *Fuzzy Tsukamoto* untuk mendapatkan nilai *defuzzifikasi* paling tinggi. Nilai *defuzzifikasi* yang paling tinggi akan diambil sebagai hasil diagnosa penyakit oleh sistem.
2. Kesimpulan dari hasil pengujian yang sudah dilakukan adalah sebagai berikut:
 - a) Sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung ini telah mampu memenuhi seluruh kebutuhan fungsional. Hal ini berdasarkan pada hasil pengujian fungsionalitas yang telah membuktikan bahwa seluruh fungsi berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan.
 - b) Berdasarkan skenario pengujian akurasi pakar dengan menggunakan 20 data uji menghasilkan nilai akurasi skenario sebesar 95%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam penggunaan metode *Fuzzy Tsukamoto* sudah mendekati hasil diagnosa pakar.

7.2 Saran

Sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* ini masih memiliki beberapa kekurangan. Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan sistem agar menjadi lebih baik yaitu sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengkombinasikan metode *Fuzzy Tsukamoto* dengan metode lain agar diagnosa sistem lebih akurat dan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Waluyo, Nugroho, D., & Kustanto. (2013). *Sistem Pakar Diagnosa Penyakit DBD dan Demam Tifoid dengan Metode Fuzzy Tsukamoto (Studi Kasus Puskesmas Pracimantoro I)*. 2014: Jurnal TIKomSiN.
- Ariani, F., & Endra, R. Y. (2013). *Implementation Of Fuzzy Inference System With Tsukamoto Method For Study Programme Selection. 2nd International Conference on Engineering and Technology Development (ICETD 2013)*, 189-200.
- Agbonifo, O., & Olufolaji, D. (2012). A Fuzzy Expert System for Diagnosis and Treatment of Maize Plant Diseases. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 2(12), 83-89.
- Kusumadewi, S. (2004). *Penentuan Lokasi Pemancar Televisi Menggunakan Fuzzy Multi Criteria Decision Making (Vol. 2)*. Yogyakarta: Media Informatika.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Thamrin, F. (2012). *Studi Inferensi Fuzzy Tsukamoto Untuk Penentuan Faktor Pembebanan Trafo PLN*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Wakman, W., & Burhanuddin. (2007). *Pengelolaan Penyakit Prapanen Jagung*. Maros: Balai Penelitian Tanaman Serelia.
- Munanda, E., & Prihatin, N. (2013). Perancangan Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan Fuzzy MCDM Berbasis Web. -, -.
- Bakhri, S. (2007). *Budidaya Jagung Dengan Konsep Pengelolaan Tanaman Terpadu*. Sulewasi Tengah: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (PTT).
- Abdurahman, G. (2011). *Penerapan Metode Tsukamoto (Logika Fuzzy) Dalam Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Jumlah Produksi Barang Berdasarkan Data Persediaan Dan Jumlah permintaan (1st Edition ed.)*. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Warsani, H. (2013). *Kajian Pemanfaatan Lahan Sawah Di Kecamatan Kuantan Tengah Kabupaten Kuantan Singingi (1st Edition ed.)*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Cahyono, R. G., & Riadi, J. (2013). Implementasi Certainty Factor pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Hama Dan Penyakit Tanmana Jagung Menggunakan SMS Gateway. *Intekna, XIII(02)*, 131-136.
- Warintek. (2015, November 12). *Jagung (Zea mays L.)*. Retrieved from Warung Informasi dan Teknologi Bantul: <http://warintek.bantulkab.go.id/web.php?mod=basisdata&kat=1&sub=2&file=57>

- Suparman. (1991). *Mengenal Artificial Intelligence Edisi-1*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Solikin, F. (2011). *Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Optimasi Produksi barang Menggunakan Metode Mamdani dan Metode Sugeno*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sutojo, T. (2011). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- Falopi, T. (2012). *Aplikasi Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto Untuk Menganalisa Tingkat Resiko Penyakit Dalam*. -: -.
- Sutojo, T., Mulyanto, E., & Suhartono, V. (2011). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Hanafi, M. A., M, Y. T., & Pramono, D. (2010). Sistem Pendukung Keputusan Penetapan Calon Peserta Sertifikasi Guru Sekolah Dasar Menggunakan Metode ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) (Studi Kasus : UPTD Cabang Dinas Pendidikan Buduran). *Program Studi Ilmu Komputer, Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer , Universitas Brawijaya Malang*, 1-10.



LAMPIRAN A TABEL ATURAN-ATURAN GEJALA TIAP PENYAKIT PADA TANAMAN JAGUNG

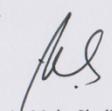
Tempat : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur
 Tanggal : 20 Oktober 2015
 Nama Pakar : Prof. Dr. Ir. Moh. Cholli Mahfud, M.S.

No.	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	PENYAKIT	
1	Sedang	Sedikit	Sedang	Banyak	Sedikit	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Bulai	
2	Sedang	Sedang	Sedang	Banyak	Sedang	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Bulai	
3	Sedang	Banyak	Sedang	Banyak	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Bulai	
4	Banyak	Sedikit	Banyak	Banyak	Sedikit	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Bulai	
5	Banyak	Sedang	Banyak	Banyak	Sedang	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Bulai	
6	Banyak	Banyak	Banyak	Banyak	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Bulai	
7	Sedang	Tidak	Sedang	Tidak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Sedikit	Virus Kerdil Klorotik	
8	Sedang	Tidak	Sedang	Tidak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Sedang	Virus Kerdil Klorotik	
9	Sedang	Tidak	Sedang	Tidak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Banyak	Virus Kerdil Klorotik	
10	Banyak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Sedikit	Virus Kerdil Klorotik	
11	Banyak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Sedang	Virus Kerdil Klorotik	
12	Banyak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Banyak	Virus Kerdil Klorotik
13	Tidak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Sedikit	Sedang	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Virus Mosaik Kerdil
14	Tidak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Sedang	Sedang	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Virus Mosaik Kerdil
15	Tidak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Banyak	Sedang	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Virus Mosaik Kerdil
16	Tidak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Sedikit	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Virus Mosaik Kerdil
17	Tidak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Sedang	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Virus Mosaik Kerdil
18	Tidak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Banyak	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Virus Mosaik Kerdil
19	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Sedikit	Sedang	Sedang	Sedikit	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Hawar Daun
20	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Sedang	Sedang	Banyak	Sedang	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Hawar Daun
21	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Banyak	Sedang	Banyak	Sedikit	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Hawar Daun
22	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Sedikit	Banyak	Banyak	Sedikit	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Hawar Daun
23	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Sedang	Sedang	Sedang	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Hawar Daun
24	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Banyak	Banyak	Banyak	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Hawar Daun
25	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Sedang	Tidak	Tidak	Sedikit	Banyak	Banyak	Tidak	Tidak	Tidak	Bercak Daun
26	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Sedang	Tidak	Tidak	Sedang	Sedang	Banyak	Tidak	Tidak	Bercak Daun
27	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Sedang	Tidak	Tidak	Banyak	Sedikit	Banyak	Tidak	Tidak	Bercak Daun
28	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Sedikit	Banyak	Banyak	Tidak	Tidak	Bercak Daun
29	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Sedang	Sedang	Banyak	Tidak	Tidak	Bercak Daun
30	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Banyak	Tidak	Tidak	Banyak	Banyak	Banyak	Tidak	Tidak	Bercak Daun

- G1 Daun berwarna klorotik
- G2 Warna klorotik memanjang sejajar tulang daun dengan batas jelas
- G3 Mengalami hambatan pertumbuhan
- G4 Warna putih seperti tepung di permukaan atas dan bawah daun yang berwarna klorotik
- G5 Terbentuk anakan yang berlebihan, daun menggulung dan terpuntir
- G6 Daun menguning atau kemerahan
- G7 Ada warna hijau muda dan tua berbentuk mosaik
- G8 Warna hijau muda / kekuning-kuningan memanjang sejajar tulang daun

- G9 Bercak berwarna coklat muda, memanjang berbentuk kumparan / perahu
- G10 Daun yang terserang tampak layu
- G11 Beberapa bercak bersatu membentuk bercak yang lebih besar
- G12 Lebar bercak 1-2cm, panjang 5-10cm. Dapat mencapai lebar 5cm, panjang 15cm
- G13 Lesio pada daun memanjang diantara tulang daun, dengan ukuran mencapai 1,2 x 2,7 cm
- G14 Lesio berbentuk bercak-bercak kecil menyerupai elip
- G15 Lesio dikelilingi warna coklat
- G16 Garis klorotik diantara tulang daun

Mengetahui,


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

LAMPIRAN B HASIL WAWANCARA

Tempat : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur
 Tanggal : 20 Oktober 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 jagung?	Ya, di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur ini ada budidaya tanaman jagung.
2.	Apakah tanaman jagung di BPTP memiliki beberapa kendala seperti serangan penyakit?	Ya, terdapat beberapa tanaman jagung yang terserang penyakit.
3.	Penyakit apa sajakah yang menyerang pada tanaman jagung?	Banyak, ada bulai, hawar daun, bercak daun, serangan virus, dan lain-lain.
4.	Saya ingin meneliti tentang penyakit tanaman jagung untuk di aplikasikan ke dalam sistem diagnosa penyakit pada tanaman jagung, penyakit-penyakit apa sajakah yang terdapat pada tanaman jagung?	Banyak, tetapi terdapat 5 penyakit utama pada tanaman jagung yang dapat menyebabkan kegagalan panen.
5.	Apa sajakah parameter yang digunakan untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman jagung?	Parameternya yaitu berdasarkan gejala setiap penyakit yang ada pada tanaman jagung tersebut.

Mengetahui,

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

LAMPIRAN C DATA PENYAKIT DAN GEJALA PADA TANAMAN JAGUNG

Tempat : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur
 Tanggal : 20 Oktober 2015
 Nama Pakar : Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S

Kode Gejala	Gejala	Penyakit	Opsi
G1	Daun berwarna khlorotik	1. Bulai	Sedikit
		2. Virus KerdilKlorotik	Sedang
			Banyak
G2	Warna khlorotik memanjang sejajar tulang daun dengan batas jelas	1. Bulai	Sedikit
			Sedang
			Banyak
G3	Mengalami hambatan pertumbuhan	1. Bulai	Sedikit
		2. Virus KerdilKlorotik	Sedang
		3. Virus MozaikKerdil	Banyak
G4	Warna putih seperti tepung di permukaan atas dan bawah daun yang berwarna khlorotik	1. Bulai	Sedikit
			Sedang
			Banyak
G5	Terbentuk anakan yang berlebihan, daun menggulung dan terpuntir	1. Bulai	Sedikit
			Sedang
			Banyak
G6	Daun menguning atau kemerahan	1. Virus KerdilKlorotik	Sedikit
			Sedang
			Banyak
G7	Ada warna hijau muda dan tua berbentuk mozaik	1. Virus Mozaik Kerdil	Sedikit
			Sedang
			Banyak
G8	Warna hijau muda / kekuning-kuningan memanjang sejajar tulang daun	1. Virus Mozaik Kerdil	Sedikit
			Sedang
			Banyak
G9	Bercak berwarna coklat muda, memanjang berbentuk kumparan / perahu	1. Hawar Daun	Sedikit
			Sedang
			Banyak
G10	Daun yang terserang tampak layu	1. Hawar Daun	Sedikit
		2. Bercak aun	Sedang
			Banyak
G11	Beberapa bercak bersatu membentuk bercak yang lebih besar	1. Hawar Daun	Sedikit
			Sedang
			Banyak
G12	Lebar bercak 1-2cm, panjang 5-10cm. Dapat mencapai lebar 5cm, panjang 15cm	1. Hawar Daun	Sedikit
			Sedang
			Banyak
G13	Lesio pada daun memanjang diantara tulang daun, dengan ukuran mencapai 1,2 x 2,7 cm	1. Bercak Daun	Sedikit
			Sedang
			Banyak
G14	Lesio berbentuk bercak-bercak kecil menyerupai elip	1. Bercak Daun	Sedikit
			Sedang
			Banyak
G15	Lesio dikelilingi warna coklat	1. Bercak Daun	Sedikit
			Sedang
			Banyak
G16	Garis khlorotik diantara tulang daun	1. Virus Kerdil Khlorotik	Sedikit
			Sedang
			Banyak

Mengetahui,

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

LAMPIRAN D DATA UJI

Tempat : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur
 Tanggal : 20 Oktober 2015
 Nama Pakar : Prof. Dr. Ir. Moh. Cholil Mahfud, M.S

No.	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	Hasil Sistem	Hasil Pakar
1	25	33	18	44	44	97	95	80	37	39	24	34	40	36	70	79	Bercak Daun	Bercak Daun
2	87	95	80	80	51	79	87	73	93	20	30	20	65	60	37	35	V. Monak kecil	V. Monak kecil
3	22	60	83	37	50	9	20	33	81	66	73	5	94	81	6	91	V. Monak kecil	V. Monak kecil
4	51	66	26	81	71	97	5	59	97	33	15	38	28	89	59	45	Bercak Daun	Bercak Daun
5	97	25	73	80	86	67	67	23	13	10	44	38	80	32	16	64	V. kecil khlorotik	V. kecil khlorotik
6	48	75	45	67	67	21	15	24	20	80	38	30	30	70	34	80	Bulau	Bulau
7	90	49	90	89	78	67	56	56	45	45	60	77	66	95	58	58	Bercak Daun	Bercak Daun
8	9	71	51	46	51	12	6	96	68	78	16	27	90	28	81	20	V. Monak kecil	V. Monak kecil
9	11	87	62	38	1	60	3	72	62	1	39	66	38	66	25	59	V. Monak kecil	V. Monak kecil
10	80	32	60	65	70	48	65	62	35	48	45	59	21	67	55	66	V. Monak kecil	V. Monak kecil
11	66	83	90	58	2	94	77	39	8	14	91	26	87	82	93	20	V. kecil khlorotik	V. kecil khlorotik
12	34	66	90	52	4	63	49	54	35	70	26	65	60	54	43	68	V. Monak kecil	V. Monak kecil
13	67	44	98	67	93	82	53	35	1	46	67	10	34	91	25	73	V. kecil khlorotik	V. kecil khlorotik
14	90	96	38	50	46	1	13	98	83	90	24	92	77	71	89	89	Bercak Daun	Bercak Daun
15	45	14	53	92	84	69	38	27	50	90	96	55	23	54	77	67	V. kecil khlorotik	V. kecil khlorotik
16	55	64	77	95	93	54	11	98	55	6	85	75	99	19	53	37	V. Monak kecil	V. Monak kecil
17	15	53	28	20	18	23	60	34	88	72	64	70	63	50	40	53	Hawar Daun	Hawar Daun
18	97	33	44	86	29	52	42	91	87	41	24	97	57	37	64	78	Bercak Daun	Bercak Daun
19	3	21	4	21	88	48	12	58	65	34	36	62	61	34	87	6	Hawar Daun	Bercak Daun
20	90	35	30	87	45	52	42	91	87	41	30	90	60	40	64	78	Bercak Daun	Bercak Daun

Keterangan :

- G1 Daun berwarna khlorotik
- G2 Warna khlorotik memanjang sejajar tulang daun dengan batas jelas
- G3 Mengalami hambatan pertumbuhan
- G4 Warna putih seperti tepung di permukaan atas dan bawah daun yang berwarna khlorotik
- G5 Terbentuk anakan yang berlebihan, daun menggulung dan terpuntir
- G6 Daun menguning atau kemerahan
- G7 Ada warna hijau muda dan tua berbentuk mozaik
- G8 Warna hijau muda / kekuning-kuningan memanjang sejajar tulang daun
- G9 Bercak berwarna coklat muda, memanjang berbentuk kumparan / perahu
- G10 Daun yang terserang tampak layu
- G11 Beberapa bercak bersatu membentuk bercak yang lebih besar
- G12 Lebar bercak 1-2cm, panjang 5-10cm. Dapat mencapai lebar 5cm, panjang 15cm
- G13 Lesio pada daun memanjang diantara tulang daun, dengan ukuran mencapai 1,2 x 2,7 cm
- G14 Lesio berbentuk bercak-bercak kecil menyerupai elip
- G15 Lesio dikelilingi warna coklat
- G16 Garis khlorotik diantara tulang daun

Mengetahui,


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

LAMPIRAN E DOKUMENTASI WAWANCARA DENGAN PAKAR

