

**IDENTIFIKASI TINGKAT SERANGAN PENYAKIT BUSUK  
DAUN (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) PADA  
TANAMAN KENTANG MENGGUNAKAN  
METODE *FUZZY MAMDANI*  
BERBASIS *ANDROID***

**SKRIPSI**

Oleh:  
**REZKI RAMDHANI**  
**NIM. 08650005**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2014**

**IDENTIFIKASI TINGKAT SERANGAN PENYAKIT BUSUK  
DAUN (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) PADA  
TANAMAN KENTANG MENGGUNAKAN  
METODE *FUZZY MAMDANI*  
BERBASIS *ANDROID***

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada:  
Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang  
Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata  
Satu (S1)**

**Oleh:  
REZKI RAMDHANI  
NIM 08650005**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2014**

**IDENTIFIKASI TINGKAT SERANGAN PENYAKIT BUSUK  
DAUN (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) PADA  
TANAMAN KENTANG MENGGUNAKAN  
METODE *FUZZY MAMDANI*  
BERBASIS *ANDROID***

SKRIPSI

Oleh:

REZKI RAMDHANI

NIM. 08650005

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:

Tanggal: 07 Maret 2014

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Dr. Suhartono, M.Kom  
NIP.196805192003121001

Achmad Nashichuddin, M.A  
NIP.19730705200031002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdiyan, MCS  
NIP. 197404242009011008

**HALAMAN PENGESAHAN**

**IDENTIFIKASI TINGKAT SERANGAN PENYAKIT BUSUK  
DAUN (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) PADA  
TANAMAN KENTANG MENGGUNAKAN  
METODE *FUZZY MAMDANI*  
BERBASIS *ANDROID***

**SKRIPSI**

**REZKI RAMDHANI**  
**NIM. 08650005**

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Informatika (S.Kom)**

**Tanggal, 07 Maret 2014**

**Susunan Dewan Penguji:**

**Tanda Tangan**

- |                         |   |         |
|-------------------------|---|---------|
| <b>1. Penguji Utama</b> | <b>: Yunifa Miftachul Arif, MT</b><br>NIP. 198306162011011004 | (.....) |
| <b>2. Ketua</b>         | <b>: A'la Syauqi, M.Kom</b><br>NIP. 197712012008011007        | (.....) |
| <b>3. Sekretaris</b>    | <b>: Dr. Suhartono, M.Kom</b><br>NIP. 196805192003121001      | (.....) |
| <b>4. Anggota</b>       | <b>: Ach. Nashichuddin, M.A</b><br>NIP. 197307052000031002    | (.....) |

**Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika**

**Dr. Cahyo Crysdian, MCS**  
**NIP. 197404242009011008**

**PERNYATAAN  
ORISINALITAS PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rezki Ramdhani

NIM : 08650005

Jurusan : Teknik Informatika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : IDENTIFIKASI TINGKAT SERANGAN PENYAKIT  
BUSUK DAUN (*Phytophthora infestans* (Mont.) deBary)  
PADA TANAMAN KENTANG MENGGUNAKAN METODE  
*FUZZY MAMDANI* BERBASIS *ANDROID*

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama termasuk di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata Skripsi saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 07 Februari 2014

Yang menyatakan,

Rezki Ramdhani  
NIM. 08650005

## Persembahan

*Segala puji hanya milik ALLAH Sang Pencipta jagat raya dan seisinya, ALLAH SWT, Yang Maha Pemberi Kekuatan, Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang mengajarku segala hal yang kubutuhkan untuk hidup lebih baik, yang tiada daya dan upaya kecuali semua atas izin dan pertolongan-NYA semata, Dzat Yang Maha Kuasa, Yang Maha Mengetahui, tiada yang dapat mengerti setitik pun dari ilmu-NYA kecuali jika IA telah menghendakinya, Dzat yang menjadi tempat kembali segala urusan, tujuan hidup, tempat meminta segala sesuatu, yang hanya dengan mengingat-NYA hati menjadi sangat damai. Segala puji hanya bagi ALLAH dengan segala tanda-tanda kekuasaan-NYA. Tiada Tuhan selain ALLAH Ta'ala.*

*Aplikasi ini saya persembahkan kepada Bapak Dr. Suhartono, M.Kom selaku pembimbing skripsi saya. Ucapan terima kasih yang tak terhingga untuk setiap nasihat dan kesabaran yang selalu tersedia untuk saya, untuk setiap kesempatan yang Bapak berikan kepada saya demi menjadi yang terhebat dalam batasan saya sendiri. Terima kasih selalu ada untuk saya, Pak Har.*

*Ungkapan terima kasih saya persembahkan pula kepada Bapak Achmad Nashichuddin atas kesabaran Bapak mendengarkan pendapat-pendapat saya tentang integrasi agama Islam dalam teknologi dan sains yang secara tak sengaja justru mengenalkan saya akan keindahan Islam sendiri.*

*Terima kasih kepada semua warga Jurusan Teknik Informatika yang kehebatannya selalu menginspirasi saya, juga kepada pakar Universitas Brawijaya Malang Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman yang selalu dan selalu bersedia membagi ilmu mereka kepada saya, juga kepada Dosen Teologi dan teman-teman sekelas yang telah mengenalkan saya tentang usaha dan doa.*

*Terima kasih tak terhingga kepada kedua orang tua dan keluargaku atas cinta kasih dan senyumnya yang selalu menguatkan langkahku untuk menjadi orang yang lebih baik.*

*Terima kasih penuh cinta kepada Kado di Bulan, Anak-Anak Ceria, Bougenville serta semua "lilin emas"ku yang namanya selalu hadir menemani langkah-langkah dan proses ini.*

## MOTTO

**“Sesungguhnya ALLAH tidak akan pernah mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”**

**(Q.S. Ar-Raad:11)**

**“HIDUP ADALAH PILIHAN,  
TUGAS MANUSIA HANYALAH MEMILIH, BERUSAHA DAN BERDOA  
*but,*  
TIADA DAYA DAN UPAYA KECUALI ATAS IZIN ALLAH”**

**(Anonim)**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur selalu tertuju kepada Allah SWT yang hanya karena izin-NYA Tugas Akhir yang berjudul “IDENTIFIKASI TINGKAT SERANGAN PENYAKIT BUSUK DAUN (*Phytophthora infestans* (Mont.) deBary) PADA TANAMAN KENTANG MENGGUNAKAN METODE FUZZY MAMDANI BERBASIS ANDROID” ini dapat diselesaikan. Semoga Allah melimpahkan cinta dan kasih kepada Nabi Muhammad SAW, seluruh keluarganya, sahabatnya, dan kepada seluruh umat Islam di muka bumi ini.

Ucapan terima kasih dan iringan do'a penulis ingin sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan kemudahan, motivasi, dan berbagai bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan studi:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Raharjo, M.Si selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. H.Imam Suprayogo selaku Rektor periode akademik sebelumnya.
3. Dr. Hj. Drh. Bayyinatul Muhtaromah, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Cahyo Crysdiyan selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Ririen Kusumawati, M.Kom, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang periode akademik sebelumnya.
6. Dr. Suhartono, M.Kom, selaku Dosen pembimbing I yang selalu meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan, serta memberikan saran dalam pengerjaan skripsi ini.
7. Achmad Nasichuddin, M.A selaku Dosen pembimbing II integrasi sains dan agama yang telah membimbing, mengarahkan dan memberi saran dalam pengerjaan skripsi ini.
8. Seluruh Dosen Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, yang selalu menjadi salah satu inspirasi hebat bagi penulis.
9. Teman-Teman angkatan 2009 yang selalu menjadi alasan utama untuk selalu bersemangat menimba ilmu disini.

10. Dan semua pihak yang namanya selalu ada dalam setiap proses penyelesaian skripsi penulis.

Penulis menyadari bahwa kesempurnaan hanya milik Allah SWT, oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pembaca demi memperbaiki mutu penulisan selanjutnya. Semoga skripsi ini memberi kontribusi positif dan bermanfaat bagi penulis dan pembaca. Aamiin...



## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul .....</b>	<b>i</b>
<b>Halaman Pengajuan .....</b>	<b>ii</b>
<b>Halaman Persetujuan.....</b>	<b>iii</b>
<b>Halaman Pengesahan .....</b>	<b>iv</b>
<b>Halaman Pernyataan .....</b>	<b>v</b>
<b>Persembahan.....</b>	<b>vi</b>
<b>Motto.....</b>	<b>vii</b>
<b>Kata Pengantar .....</b>	<b>viii</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>x</b>
<b>Daftar Gambar .....</b>	<b>xii</b>
<b>Daftar Tabel.....</b>	<b>xiii</b>
<b>Abstrak Indonesia .....</b>	<b>xiv</b>
<b>Abstrak Inggris.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Batasan Masalah .....	2
1.6 Metode Penelitian .....	6
1.7 Sistematika Penulisan Laporan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Tanaman Kentang ( <i>Solanum tuberosum</i> L) .....	6
2.2 Epidemiologi Penyakit Tumbuhan.....	6
2.3 Hama dan Penyakit Utama Tanaman Kentang .....	10
2.4 Penyakit Busuk Daun Kentang <i>Phytophthora infestans</i> .....	11
2.5 Tindakan Pengendalian Penyakit pada Tanaman Kentang .....	13
2.6 Logika <i>Fuzzy</i> .....	17
2.7 Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> .....	25
<b>BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM .....</b>	<b>29</b>
3.1 Kebutuha Sistem .....	29
3.1.1 Deskripsi Umum Identifikasi Tingkat Serangan <i>P. Infestan</i> ....	29
3.1.2 Usulan Pemecahan Masalah.....	30
3.2 Perancangan Sistem .....	38
3.2.1 Desain <i>Input</i> .....	38
3.2.2 Perancangan Proses .....	38
3.2.3 Perancangan <i>Output</i> .....	39
3.2.4 Perancangan Antarmuka Pemakai ( <i>User Interface</i> ).....	39

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>41</b>
4.1 Implementasi Program .....	41
4.1.1 Ruang Lingkup Perangkat Keras .....	41
4.1.2 Ruang Lingkup Perangkat Lunak .....	41
4.2 Implementasi Program .....	42
4.2.1 Proses Tampil Data XML .....	42
4.2.2 Proses Input Jumlah Bercak dan Luas Sebaran Bercak .....	43
4.2.3 Proses Pembentukan Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	43
4.2.4 Proses Aplikasi Fungsi Implikasi .....	44
4.2.5 Proses Komposisi Aturan .....	45
4.2.6 Proses Defuzzifikasi .....	45
4.3 Implementasi <i>Interface</i> .....	46
4.3.1 <i>Interface</i> Menu Utama .....	46
4.3.2 <i>Interface</i> Menu Identifikasi Tingkat Serangan .....	47
4.3.3 <i>Interface</i> Menu Pintas .....	48
4.4 Pengujian.....	49
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>68</b>
.....	
5.1 Kesimpulan .....	68
5.2 Saran .....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Representasi linear naik.....	20
Gambar 2.2. Representasi linear turun.....	21
Gambar 2.3. Representasi kurva segitiga.....	22
Gambar 2.4. Representasi kurva trapesium.....	23
Gambar 2.5. Representasi kurva bahu pada variabel temperatur.....	24
Gambar 2.6. Representasi fungsi kurva-S.....	24
Gambar 3.1. Grafik variabel jumlah bercak.....	32
Gambar 3.2. Grafik variabel luas sebaran bercak.....	33
Gambar 3.3. Grafik variabel intensitas kerusakan.....	35
Gambar 3.4. Bagan alir proses identifikasi tingkat serangan <i>P. infestans</i> ....	39
Gambar 4.1. <i>Interface</i> menu utama aplikasi.....	47
Gambar 4.2. <i>Interface</i> menu identifikasi tingkat serangan <i>P. infestans</i> .....	47
Gambar 4.3. <i>Interface</i> hasil defuzzifikas.....	48
Gambar 4.4. <i>Interface</i> OPT penting pada tanaman kentang.....	48
Gambar 4.5. Fungsi keanggotaan untuk jumlah bercak sebanyak 20.....	49
Gambar 4.6. Fungsi keanggotaan untuk luas sebaran bercak 10.....	51
Gambar 4.7. Fungsi keanggotaan untuk jumlah bercak sebanyak 35.....	55
Gambar 4.8. Fungsi keanggotaan untuk luas sebaran bercak 23.....	56
Gambar 4.9. Fungsi keanggotaan untuk jumlah bercak sebanyak 43.....	61
Gambar 4.10. Fungsi keanggotaan untuk luas sebaran bercak 31.....	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Contoh penilaian terhadap intensitas serangan <i>Phytophthora Infestans</i> (Asaad, 2009:301) .....	13
Tabel 2.2. Ambang pengendalian OPT penting pada tanaman kentang (Duriat, dkk, 2006:43).....	15
Tabel 3.1. Semesta pembicaraan untuk setiap variabel <i>fuzzy</i> .....	30
Tabel 3.2. Tabel himpunan <i>fuzzy</i> .....	31
Tabel 3.3. Tabel himpunan <i>fuzzy</i> variabel jumlah bercak.....	31
Tabel 3.4. Tabel himpunan <i>fuzzy</i> variabel luas sebaran bercak.....	33
Tabel 3.5. Tabel himpunan <i>fuzzy</i> variabel intensitas kerusakan.....	34
Tabel 3.6. Aturan-aturan dalam penentuan intensitas kerusakan.....	36
Tabel 4.1. Aplikasi fungsi implikasi untuk jumlah bercak 20 dan luas sebaran bercak 10%.....	52
Tabel 4.2. Aplikasi fungsi implikasi untuk jumlah bercak 35 dan luas sebaran bercak 23%.....	58
Tabel 4.3. Aplikasi fungsi implikasi untuk jumlah bercak 43 dan luas sebaran bercak 31%.....	64
Tabel 4.4. Tabel hasil pengujian.....	66

## ABSTRAK

Ramdhani, Rezki. 2014. **Identifikasi Tingkat Serangan Penyakit Busuk Daun (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) pada Tanaman Kentang Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Android.** Tugas akhir/skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. Suhartono, M.Kom. (II) Achmad Nacshihuddin. M.A.

---

**Kata kunci:** metode *Fuzzy Mamdani*, himpunan *fuzzy*, defuzzifikasi, tingkat serangan.

Pengendalian terhadap serangan *Phytophthora infestans* menggunakan zat kimiawi seperti fungisida harus dilakukan secara bijaksana untuk menghindari dampak negatif zat tersebut terhadap lingkungan. Pengendalian dapat dilakukan apabila intensitas serangan telah mencapai ambang kendali. Untuk melakukan identifikasi tingkat serangan *P. Infestans* maka digunakan metode *Fuzzy Mamdani* yang terdiri dari empat tahapan, yaitu pembentukan himpunan *fuzzy*, aplikasi fungsi implikasi dengan metode *Minimum*, komposisi aturan dengan metode *Maximum*, dan defuzzifikasi (penegasan). Terdapat perbedaan antara hasil perhitungan intensitas kerusakan *P. Infestans* menggunakan metode *Mamdani* dengan perhitungan menggunakan logika tegas yang berpengaruh terhadap hasil identifikasi tingkat serangan. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka penggunaan metode *fuzzy Mamdani* dalam mengidentifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang memiliki tingkat keakurasian sebesar 67%.

## ABSTRACT

Ramdhani, Rezki. 2014. **The identification of The Potato Late-Blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) Level of Attack by Using Fuzzy Mamdani Method through Android.** Informatics Engineering Department Faculty of Science and Technology State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang.  
Supervisor: (I) Dr. Suhartono, M.Kom and (II) Achmad Nacshihuddin. M.A

---

**Keywords:** Fuzzy Mamdani method, fuzzification, defuzzification, level attacks.

Handling the attack of *Phytophthora infestans* by using chemical substance such as fungisida must be done wisely to prevent from the negative impacts towards the environment. It can be done when the damage intensity has reached the Treshold Control. Fuzzy Mamdani method can be applied to identify the level of the attacks. The Mamdani-style fuzzy inference process is performed in four steps: fuzzification of the input variables, rule evaluation by Minimum method, aggregation of the rule outputs by Maximum method, and defuzzification. There are some differences between the results of the damage intensity computing by using Mamdani method and the results by using Boolean Logic. The differences affect the indentification results of the attack level. Based on the testing results, the use of Mamdani method has 67% accuracy rate.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 LATAR BELAKANG

Tanaman kentang, dalam pembudidayanya, sering mendapatkan gangguan baik karena masalah teknis maupun karena Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). OPT adalah organisme yang mampu hidup, berkembangbiak, menular, dan menyebar. Salah satu OPT yang sering menyerang tanaman kentang adalah *Phytophthora infestans* (Mont.) deBary. Adapun gejala serangan yang dapat diamati adalah munculnya bercak-bercak nekrotis pada daun dan umbi. Serangan *P. infestans* dapat menyebabkan petani kehilangan hasil panen hingga 50% (Duriat, dkk, 2006:2).

Pengendalian terhadap serangan *P. infestans* dengan menggunakan fungisida yang terbuat dari zat-zat kimia yang tidak bijaksana dapat membahayakan lingkungan hidup. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi tingkat serangan *P. infestans* pada tanaman kentang guna mengetahui apakah serangan tersebut telah mencapai ambang kendali diperbolehkannya penggunaan fungisida.

*Fuzzy Mamdani* dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat serangan *P. Infestans* pada tanaman kentang. Pada metode ini, setiap nilai *input* maupun *output* memiliki interval (*domain*) sehingga sebuah nilai bisa termasuk ke dalam dua himpunan *fuzzy*.

Aplikasi ini dapat digunakan oleh mahasiswa pertanian ataupun pelajar dari sekolah-sekolah pertanian, serta pakar di bidang penyakit tanaman untuk

mengidentifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans*. Penggunaan *android* sebagai *platform* aplikasi ini diharapkan memberikan kemudahan kepada penggunanya karena sifat dari *android*, yaitu *mobile* sehingga bisa digunakan langsung di lapangan.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Adapun rumusan masalah dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat keakurasian metode *fuzzy Mamdani* dalam mengidentifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang?
2. Bagaimana perbedaan hasil identifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang apabila menggunakan metode *fuzzy Mamdani* jika dibandingkan dengan identifikasi menggunakan logika tegas?

## 1.3 BATASAN MASALAH

Batasan masalah pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* dilakukan pada bagian daun dari tanaman kentang yang menunjukkan gejala dan tanda penyakit.
2. Tingkat serangan *Phytophthora infestans* dihitung berdasarkan jumlah dan luas sebaran bercak terhadap luas permukaan daun.

#### 1.4 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang akan dicapai dalam skripsi ini adalah:

1. Mengetahui tingkat keakurasian metode *fuzzy Mamdani* dalam mengidentifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang.
2. Mengetahui perbedaan hasil identifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* apabila menggunakan metode *fuzzy Mamdani* jika dibandingkan dengan identifikasi menggunakan logika tegas.

#### 1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah dapat membantu pengguna untuk mengidentifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang.

#### 1.6 METODE PENELITIAN

Ada beberapa tahap yang ditempuh dalam merancang aplikasi identifikasi tingkat kerusakan pada daun kentang akibat serangan *Phytophthora infestans*, yaitu:

1. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan studi literatur atau studi pustaka yaitu mengumpulkan bahan referensi dari buku, artikel, jurnal, maupun internet mengenai gejala penyakit yang disebabkan oleh *Phytophthora*

*infestans* pada tanaman kentang serta tingkat kerusakan yang ditimbulkan.

## 2. Analisis Data

Pada tahap ini, data-data yang telah diperoleh dari tahap pengumpulan data tersebut dianalisis untuk selanjutnya dibuatkan rancangan dan desain sistemnya.

## 3. Perancangan dan Desain Sistem

Tahap-tahap yang meliputi bagian ini adalah sebagai berikut: merancang sistem, membuat desain sistem, dan penyempurnaan rancangan dan desain sistem.

## 4. Pembuatan Aplikasi

Pada tahap implementasi ini, model perancangan dan desain sistem diterapkan dalam bentuk bahasa pemrograman.

## 5. Uji Coba dan Evaluasi

Pada tahap ini, aplikasi sistem akan diuji untuk memastikan semua prosedur telah bekerja sesuai dengan tujuan yang telah ditargetkan.

## 6. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Penyusunan laporan ini merupakan bentuk dokumentasi dari berbagai tahap yang dilakukan selama perancangan sistem dan uji coba serta evaluasi sistem.

## 1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Adapun sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan laporan.

### BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang berkaitan dengan lingkup permasalahan yang dijadikan sebagai bahan referensi dalam pengembangan sistem.

### BAB III. DESAIN DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini memaparkan analisis terhadap sistem yang akan dibangun. Hasil analisa kemudian dimodelkan ke dalam bentuk *flowchart*.

### BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil analisa dan pemodelan sistem yang telah dilakukan penulis serta penerapannya dalam bentuk program aplikasi serta menjelaskan hasil proses uji coba program untuk mengetahui tingkat kesesuaian program dengan visi, misi, dan tujuan penelitian pada awal perancangan sistem.

### BAB V. PENUTUP

Bab ini memaparkan kesimpulan dari serangkaian penelitian yang telah dilakukan penulis, serta saran-saran yang berkaitan dengan pengembangan penelitian lebih lanjut.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L)**

Menurut Duriat, dkk (2006:1) Kentang adalah komoditas sayuran dengan kegunaan ganda, yaitu sebagai sayuran dan substitusi karbohidrat.

The International Potato Center (2008) dalam Farida (2011:4) menyatakan “kentang diklasifikasikan ke dalam kelas *Magnoliopsida*, Sub kelas *Asteridae*, Ordo *Solanales*, Famili *Solanaceae*, Genus *Solanum*, dan Spesies *Solanum tuberosum*”.

Di Indonesia, kentang digunakan sebagai sayuran dan bahan pelengkap menu utama. Kentang mengandung jenis karbohidrat kompleks sebesar 18%, protein 2.4% dan lemak 0.1%. Total energi yang diperoleh dalam setiap 100 gram kentang mencapai 80 kkal sehingga dapat digunakan sebagai pengganti nasi (Astawan, 2004; Farida, 2011:1).

#### **2.2 Epidemiologi Penyakit Tumbuhan**

Epidemi dikenal sebagai suatu keadaan yang terjadi akibat dari suatu penyebab penyakit telah menyerang suatu pertanaman dan mampu menyebar dan menyerang banyak tanaman dalam populasi di dalam suatu areal yang luas dan hanya membutuhkan waktu yang singkat. Interaksi antara patogen yang virulen dengan inang yang rentan serta didukung oleh faktor lingkungan yang

menguntungkan bagi patogen tersebut menyebabkan terjadinya epidemi (Nurhayati, 2011:1).

*Epi*, diambil dari istilah *epidemi* yang berasal dari Gerika Yunani berarti yang mengenai atau merusak, dan *demos* yang berarti masyarakat atau orang banyak, maka dapat disimpulkan bahwa “epidemiologi adalah ilmu pengetahuan yang membahas tentang sifat dan perkembangan suatu patogen, interaksi antara patogen dan inang serta faktor lingkungan yang mempengaruhinya” (Nurhayati, 2011:3).

Epidemi penyakit dapat terjadi karena ada beberapa unsur yang terlibat di dalamnya, yaitu patogen penyebab penyakit, tanaman inang, faktor lingkungan abiotik, dan faktor lingkungan biotik. Kondisi lingkungan yang sesuai bagi perkembangan penyakit menyebabkan penyakit tersebut dapat berkembang dengan sangat pesat dan berulang kali dalam jangka waktu yang panjang (Nurhayati, 2011:5).

Epidemi penyakit juga dipengaruhi oleh faktor internal yang berasal dari tanaman inang itu sendiri, yaitu tingkat keragaman genetik, umur tanaman, serta tipe tanaman. Beberapa tanaman ada yang tahan terhadap penyakit pada saat berumur muda, sedangkan pada beberapa tanaman lain, sifat rentan justru terjadi pada saat telah tua. Salah satu contoh pengaruh epidemi terhadap umur adalah tanaman kentang yang rentan terhadap serangan *Phytophthora infestans*. Tanaman ini bersifat rentan terhadap *P. infestans* pada awal periode pertumbuhannya, kemudian menjadi agak tahan serangan pada periode awal fase perkembangan dewasa dan kembali rentan setelah fase pematangan. (Nurhayati, 2011:7).

Nurhayati (2011:11) menyatakan bahwa “proses terjadinya epidemi sangat kompleks oleh karenanya tidaklah mungkin untuk menghentikan ataupun mengenyakkan suatu penyakit di areal pertanaman yang kita miliki”. Agar tidak mencapai ambang ekonomi dan menyebabkan kerugian, maka penyakit tersebut perlu dikelola dengan cara mencegah, menunda, ataupun memperlambat proses epidemi penyakit. Hal tersebut dapat kita lakukan dengan cara mencari tahu proses-proses dan mekanisme yang terjadi serta dampak lingkungan terhadap mekanisme proses tersebut.

Epidemi penyakit menyebabkan kerusakan dan kerugian bagi petani dan konsumen karena epidemi memaksa petani untuk mengeluarkan biaya ekstra untuk penanggulangan atau pengendaliannya atau bahkan tidak panen sama sekali. Selain itu, epidemi juga menyebabkan petani kehilangan hasil. Kehilangan hasil didefinisikan sebagai pengurangan hasil, baik secara kualitas ataupun secara kuantitas, yang dapat terjadi sebagai akibat adanya serangan patogen pada tanaman (Nurhayati, 2011:59).

Dalam ilmu epidemi penyakit, dikenal istilah *phytopathometry*, yaitu suatu metode pengukuran penyakit (Nurhayati, 2011:68). Pengetahuan mengenai *phytopathometry* yang juga menyangkut tentang insiden penyakit tanaman, *severity* atau keparahan penyakit, dan pola *spatial* dari penyakit tanaman sangat penting karena sejalan dengan kondisi ekonomi pertanian yang lebih banyak memerlukan keputusan kritis di setiap tingkatannya. *Phytopathometry* digunakan oleh pemerintah, swasta, dan institusi pribadi untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam mengevaluasi hasil penelitian jangka panjang mereka dan

sumber-sumber alokasinya. Adapun untuk petani dan penyuluh pertanian menggunakan metode ini untuk membuat keputusan.

Menurut Nurhayati (2011:71), ada beberapa parameter yang digunakan untuk pengukuran penyakit, yaitu:

1. *Disease incidence* atau insidensi penyakit, merupakan jumlah unit tanaman yang terinfeksi, seperti: seluruh tanaman, daun, buah, umbi, ranting, cabang, dan lainnya. Insidensi penyakit dinyatakan sebagai proporsi (0 sampai 1) atau sebagai persentase (10 sampai 100) dari penyakit yang ada dalam suatu unit *sampling*. Parameter ini termasuk yang paling populer untuk pengukuran penyakit karena mudah dan cepat, akurat, dan dapat diulang.
2. Prevelensi penyakit: Zadock dan Schein (1979) dalam Nurhayati, (2011: 71) mempertimbangkan ukuran yang berarti ganda dan mengusulkan penggunaannya dengan hati-hati. Prevelensi penyakit telah berasosiasi dengan skala pengukuran insidensi penyakit yang besar sehingga pengukurannya dipertimbangkan sama dengan insidensi penyakit itu sendiri.
3. *Disease severity* atau keparahan penyakit, merupakan kuantitas pengaruh penyakit yang diperoleh dalam suatu *sampling*, biasanya secara terpar dinyatakan sebagai area atau area dan volum dari jaringan tanaman yang terinfeksi.
4. Kehilangan hasil, merupakan pengurangan dalam kualitas dan kuantitas dari yang hasil yang dapat diukur.

Insidensi penyakit dapat juga disebut sebagai Kejadian Penyakit, yaitu proporsi individual inang atau organ yang terserang penyakit, tanpa menghitung

berat penyakit, dan dihitung dalam bentuk satuan persentase, dengan rumus (Rizkyarti, 2010:1) :

$$\text{Insidensi Penyakit} = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (2.1)$$

Adapun keparahan penyakit dihitung menggunakan rumus (Rizkyarti, 2010:1):

$$\text{Severitas Penyakit} = \frac{\sum n \times v}{N \times V} \times 100\% \quad (2.2)$$

### 2.3 Hama dan Penyakit Utama Tanaman Kentang

Dalam upaya pembudidayaannya, ada beberapa Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) yang sering menyerang tanaman kentang. CIP-Balitsa (1999) dalam Duriat, dkk (2006:1) telah menginventarisasi OPT pada kentang yang terdiri dari 72 jenis; 4 jenis bakteri patogen, 13 jenis cendawan patogen, 15 jenis virus patogen, 1 jenis mikroplasma patogen, 8 jenis penyakit fisiologi (abiotik), dan 31 jenis hama. Semua jenis OPT ini merupakan penggabungan dari berbagai daerah atau negara penghasil kentang dan perkembangan masing-masing OPT dipengaruhi oleh faktor-faktor pendukung di masing-masing daerah atau negara tersebut, seperti faktor varietas tanaman yang terserang dan faktor keadaan lingkungan.

Adapun menurut laporan Puslitbang Hortikultura (20130), OPT penting yang menyerang tanaman kentang antara lain adalah penggerek umbi kentang, kutu daun persik, lalat pengorok daun, trips, kumbang kentang, tungau kuning, anjing tanah, hama uret, virus daun menggulung, penyakit busuk daun, penyakit becak kering alternaria, penyakit layu bakteri, penyakit kudis dan nematoda.

#### 2.4 Penyakit Busuk Daun Kentang *Phytophthora infestans*

*Phytophthora infestans* merupakan cendawan yang memiliki banyak ras dan dapat membentuk *oospora*. *P. infestans* mempunyai *miselium* yang bersifat *interaseluler*, jumlah *haustoria* yang banyak serta tidak memiliki sekat. *Konidiofor*-nya keluar dari *stomata* dengan percabangan *simpodial* berbentuk lingkaran yang unik. *Konidium*-nya berbentuk menyerupai jambu biji dengan inti mencapai 7-32 inti. Patogen ini dapat bertahan dari musim ke musim, di dalam benih umbi yang sakit. Jika benih tersebut ditanam, maka cendawan akan naik ke tunas muda lalu membentuk *konidium*. *Konidium* ini kemudian dipencarkan oleh angin ke tanaman lainnya (Ditlinhorti, 2013).

Semangun (2007) menyatakan bahwa gejala dan tanda yang memperlihatkan suatu tanaman kentang terserang *P. infestans* adalah daun yang luka sehingga menimbulkan bercak-bercak nekrotis pada tepi dan ujungnya, jamur putih di atas luka tersebut adalah *konidiofor* yang *spora*-nya akan menyebar dibawa angin. *Spora* tersebut akan bertunas bila udara lembab dan berembun. Jika suhu tidak terlalu rendah (18 – 21°C) dan kelembapan cukup tinggi, maka bercak akan meluas dengan cepat, bercak berwarna coklat dan akan mematikan seluruh

daun. Bercak yang aktif ini diliputi oleh massa *spongarium* seperti tepung putih dengan latarbelakang berwarna hijau kelabu. Jika kondisi cuaca sedemikian berlangsung lama, maka seluruh bagian tana,an di atas tanah akan mati. Saat cuaca lembap, di bagian tepi bercak, terutama pada sisi bawah daun yang sakit, akan muncul lapisan kelabu tipis, yang terdiri atas *konidiofor* dan *konidium* jamur. Namun, jika cuaca kering, maka jumlah bercak akan terbatas, segera mengering dan tidak meluas.

Dampak serangan dapat menyebar hingga ke umbi jika keadaan baik bagi pertumbuhan cendawan ini. Pada umbi, terdapat bercak yang agak mengendap, berwarna coklat atau hitam ungu, dengan cekungan sedalam 3-6 mm. Umbi yang busuk kering dapat terbatas sebagai bercak-bercak kecil saja, namun dapat juga meliputi suatu bagian yang luas pada umbi tersebut. Apabila busuk basah karena dipengaruhi oleh jasad-jasad sekunder, yaitu bakteri atau jamur lain, maka umbi dapat menjadi busuk sama sekali sebelum digali.

Untuk menghitung intensitas kerusakan daun oleh serangan *P. infestans* dapat digunakan rumus (Asaad, dkk, 2010:301):

$$I = \frac{\sum(U \times V)}{ZN} \times 100\% \quad (2.3)$$

dimana I = intensitas serangan, U = Jumlah tanaman yang terserang untuk setiap tingkat kerusakan daun, V = Nilai skala dari setiap tingkat kerusakan daun, Z = nilai skala tertinggi, N = Jumlah tanaman yang diamati.

Skala kerusakan yang dapat digunakan untuk menghitung tingkat kerusakan *P. infestans* sebagai berikut (Asaad, dkk, 2010:301):

**Tabel 2.1** Contoh penilaian terhadap intensitas serangan *Phytophthora infestans* (Asaad, 2009:301)

Skala	Penilaian Penyakit Busuk Daun
0	Tidak ada serangan.
1	Terdapat sebanyak 10 bercak serangan pada daun.
2	Terdapat sebanyak 50 bercak serangan pada daun.
3	Bercak terdapat hampir di seluruh daun, tetapi tanaman masih kelihatan hijau dan batang belum terserang.
4	Setiap daun terserang dan kurang dari 50% daun telah hancur.
5	Daun yang hancur 50-75%, tanaman kelihatan setengah cokelat setengah hijau.
6	Daun yang hancur lebih dari 75% atau pangkal batang telah terserang dan pucuknya menunjukkan gejala layu.

## 2.5 Tindakan Pengendalian Penyakit pada Tanaman Kentang

Konsep pengendalian hama terpadu diterapkan untuk mengurangi resiko pencemaran lingkungan akibat penggunaan pestisida serta mengontrol OPT agar tetap berada pada aras yang secara ekonomis tidak merugikan (Untung, 1993; Duriat, dkk, 2006:3).

Duriat (2006:3) menyatakan bahwa pemerintah mengeluarkan kebijakan yang mengatur agar setiap program perlindungan tanaman dilaksanakan dengan pendekatan konsepsi Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Pendekatan ini lebih diutamakan kepada upaya pengelolaan lingkungan yang tidak disukai oleh OPT, tetapi tetap menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman.

Penggunaan pestisida maupun fungsida yang berlebihan dalam mengendalikan serangan OPT akan memberikan dampak yang merugikan bagi

ekosistem yaitu lingkungan, musuh alami OPT, dan manusia (Duriat, dkk, 2006:3).

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

*“Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukurannya.”*

(Q.S. Al-Qamar [54]: 49)

Menurut Shihab (1998), ayat ini menjelaskan tentang sifat adil yang dinisbatkan kepada Ilahi, yaitu perhatian terhadap hak-hak individu dan memberikan hak itu kepada setiap pemiliknya. Adil untuk menempatkan sesuatu pada tempatnya atau memberi pihak lain akan haknya tersebut melalui jalan yang terdekat. Adil disini memiliki makna perlunya memelihara kewajaran atas berlanjutnya eksistensi, dan tidak mencegah kelanjutan eksistensi dan perolehan rahmat sewaktu terdapat banyak kemungkinan untuk itu.

Shihab (1998) juga menyebutkan ayat yang memiliki makna keseimbangan alam raya bersama ekosistemnya dalam surah Al-Mulk:

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا مَّا تَرَىٰ فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِن تَفَوتٍ  
فَارجِعِ الْبَصَرَ هَل تَرَىٰ مِن فُطُورٍ ﴿٣﴾

*"(Allah) Yang menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. Kamu sama sekali tidak melihat pada ciptaan Yang Maha Pemurah itu sesuatu yang tidak seimbang. Amatilah berulang-ulang! Adakah kamu melihat sesuatu yang tidak seimbang?"*

(QS Al-Mulk [67]: 3)

Shihab (1998) menafsirkan "keseimbangan ditemukan pada suatu kelompok yang di dalamnya terdapat beragam bagian yang menuju satu tujuan tertentu, selama syarat dan kadar tertentu terpenuhi oleh setiap bagian. Dengan terhimpunnya syarat ini, kelompok itu dapat bertahan dan berjalan memenuhi tujuan kehadirannya".

Menurut Duriat, dkk (2006:43) "penggunaan pestisida dilakukan apabila populasi OPT/tingkat kerusakan tanaman sudah sampai pada level yang harus dikendalikan". Beberapa hasil penelitian berikut dapat dijadikan sebagai dasar pengendalian secara kimiawi (Duriat, dkk, 2006:43).

**Tabel 2.2** Ambang pengendalian OPT penting pada tanaman kentang (Duriat, dkk, 2006:43)

No.	OPT penting	Nilai Ambang
1	Penggerek umbi ( <i>Phthorimaea operculella</i> )	25 ngengat/perangkap pada MH 100 ngengat/perangkap feromonoid seks pada MK 20 larva/10 tanaman contoh
2	Kutudaun ( <i>Myzus persicae</i> )	7 ekor nimfa/10 daun contoh
3	Trips ( <i>Thrips palmi</i> )	100 ekor nimfa/10 daun contoh
4	Busuk daun ( <i>Phytophthora infestans</i> )	1 bercak aktif/10 tanaman contoh
5	Layu bakteri ( <i>Ralstonia solanacearum</i> )	1 tanaman/100 tanaman
6	Virus (PLRV, Mosaik)	10% tanaman muda

Ada beberapa tindakan pengendalian yang dapat dilakukan ketika penyakit, termasuk di dalamnya *P.infestans* menyerang tanaman kentang (Duriat, dkk, 2006:45-46):

#### A. Penyakit virus dan bakteri

Tanaman kentang yang memperlihatkan gejala serangan virus atau layu bakteri dicabut lalu dimusnahkan. Tanaman kentang yang terserang virus atau layu tidak boleh digunakan sebagai bibit. Sampai saat ini, belum ditemukan produk yang betul-betul efektif untuk mengendalikan kedua penyakit ini. Salah satu alternatifnya adalah pemilihan bibit yang baik, rotasi tanaman, tata air yang baik di sekitar tanaman serta mengendalikan vektor virus (kutudaun) dengan insektisida selektif.

#### B. Penyakit busuk daun *P. infestans*

Teknik pengendalian yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Jika penyakit busuk daun *P. infestans* pada pengamatan pertama ditemukan satu bercak aktif/10 tanaman contoh, maka tanaman disemprot fungisida sistemik seperti Ridomil MZ 8/64 WP, Ridomil Gold MZ 4/64 WP, Topsin M 70 WP, Delsene MX 200, Previcur N, Pruvit PR 10/56 WP.
2. Pada pengamatan kedua, bila tidak ada bercak aktif maka tidak perlu disemprot. Bila ditemukan bercak aktif, tanaman disemprot dengan fungisida kontak seperti Antracol 70 WP, Daconil 70 WP, Dithane M45 80 WP, Phycosan 70 WP, Polyram 80 WP, Vandozeb 80 WP, Menzate 200.
3. Pada pengamatan ketiga, bila tidak ada bercak aktif maka tidak perlu disemprot. Ada bercak aktif semprot dengan fungisida sistemik.
4. Pada pengamatan keempat, ada bercak aktif semprot dengan fungisida

kontak. Pada pengamatan kelima ada bercak aktif semprot dengan sistemik.

5. Pada pengamatan keenam dan seterusnya, bila ada bercak aktif hanya menggunakan fungisida kontak saja.

Penting untuk diperhatikan bahwa penggunaan fungisida sistemik dalam satu musim tidak bisa lebih dari 3 kali.

## 2.6 Logika Fuzzy

Setiadji (2009:174) dalam Yogawati (2011:11) mendefinisikan *fuzzy* sebagai “suatu nilai yang dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan”. Nilai kebenaran dan kesalahan dihitung berdasarkan derajat keanggotaan yang dimiliki oleh sebuah nilai. Derajat keanggotaan ini memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu).

Konsep dari logika *fuzzy* diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Professor Lotfi A. Zadeh dari Universitas California untuk pertama kalinya. *Fuzzy* memiliki makna “samar-samar” atau “kabur” yang logikanya digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran nilai sebuah variabel linguistik (Yogawati, 2011: 11).

Untuk dapat memahami sistem *fuzzy* maka terdapat beberapa hal yang perlu diketahui, yaitu (Kusumadewi, 2002:113):

- a. Variabel *fuzzy*

Variabel *fuzzy* adalah variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*,

seperti: umur, temperatur, permintaan, dsb.

b. Himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu kelompok yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam sebuah variabel *fuzzy*. Menurut Kusumadewi (2004:6) dalam Yogawati (2011:15), terdapat dua atribut dalam pembentukan himpunan *fuzzy*, yaitu:

- 1) Linguistik, merupakan pemberian nama terhadap suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu. Pemberian nama menggunakan bahasa alami.
- 2) Numeris, merupakan ukuran dari suatu variabel yang ditunjukkan dengan angka (nilai).

Jika diimplementasikan ke dalam metode Mamdani, maka variabel *input* maupun variabel *output* harus dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*. Adapun contoh dari himpunan *fuzzy* yang termasuk dalam variabel umur adalah: muda, parobaya, dan tua. Untuk variabel temperatur, maka himpunan *fuzzy* yang termasuk di dalamnya adalah: dingin, sejuk, normal, hangat, dan panas.

c. Semesta pembicaraan

Yang dimaksud dengan semesta pembicaraan adalah jumlah seluruh nilai yang diizinkan untuk dioperasikan ke dalam suatu variabel *fuzzy*, yaitu himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari arah kiri menuju ke kanan. Nilai dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

Adapun contoh dari semesta pembicaraan untuk variabel umur adalah:  $(0 + \infty)$ , sedangkan contoh semesta pembicaraan untuk variabel temperatur adalah:  $[0 \ 40]$ .

d. *Domain*

Pengertian *domain* adalah jumlah seluruh nilai yang diizinkan untuk digunakan dalam semesta pembicaraan dan dioperasikan ke dalam sebuah himpunan *fuzzy*. Bilangan yang digunakan dalam *domain* adalah bilangan real yang senantiasa naik secara monoton dari kiri ke kanan, dapat berupa bilangan negatif maupun positif.

Adapun contoh dari *domain* himpunan *fuzzy* adalah sebagai berikut:

- MUDA =  $[0 \ 45]$
- PAROBAYA =  $[35 \ 55]$
- TUA =  $[45 + \infty]$
- DINGIN =  $[0 \ 20]$
- SEJUK =  $[15 \ 25]$
- NORMAL =  $[20 \ 30]$
- HANGAT =  $[25 \ 35]$
- PANAS =  $[30 \ 40]$

Setiap himpunan *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan, dikenal dengan *membership degree*, disimbolkan dengan  $(\mu)$ . Derajat keanggotaan tersebut dipetakan ke dalam bentuk kurva yang memiliki titik-titik input data. Kurva ini disebut dengan Fungsi Keanggotaan atau *membership function* yang dapat

direpresentasikan menggunakan beberapa pendekatan (Kusumadewi, 2002: 114):

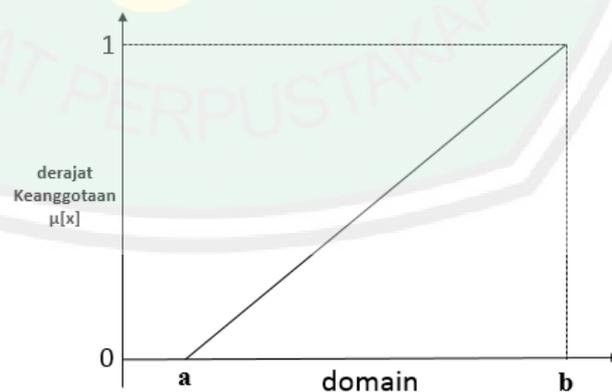
### 1) Representasi Linear

Pemetaan input ke dalam derajat keanggotaan ( $\mu$ ) digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini dapat digunakan untuk mendekati solusi dari sebuah konsep yang kurang jelas.

Representasi linear terdiri atas dua keadaan, yaitu representasi linear naik dan representasi linear turun.

#### a. Representasi linear naik

Kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan ( $\mu$ )=0, bergerak dari kanan menuju ke nilai domain Ayn memiliki derajat keanggotaan ( $\mu$ ) yang lebih tinggi.



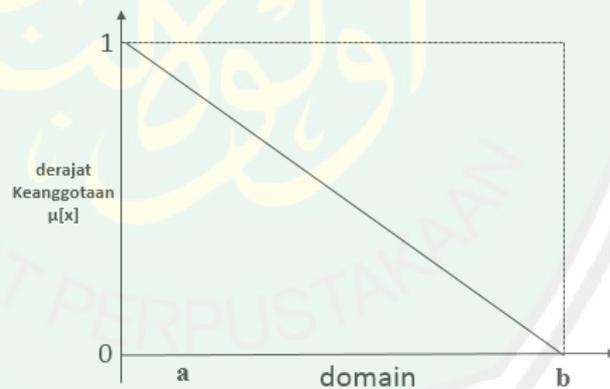
**Gambar 2.1** Representasi linear naik

dengan fungsi keanggotaan:

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

b. Representasi linear turun

Pada representasi ini, garis lurus dimulai dari nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri lalu bergerak menurun ke nilai domain dengan derajat keanggotaan lebih rendah.



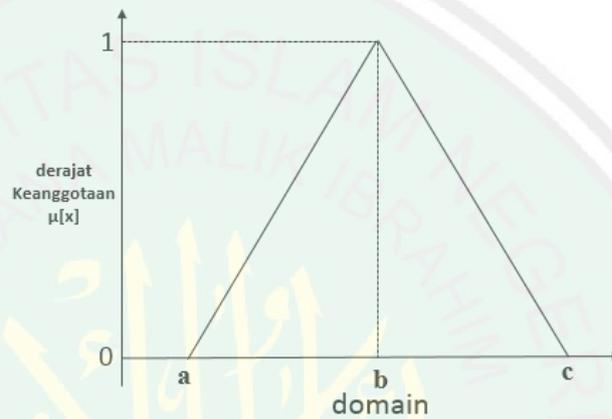
Gambar 2.2 Representasi linear turun

dengan fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2.5)$$

## 2) Representasi Kurva Segitiga

Representasi kurva segitiga adalah gabungan antara dua garis linear.



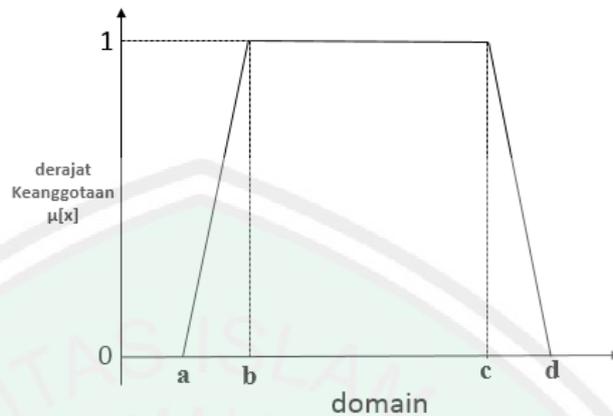
Gambar 2.3 Representasi kurva segitiga

dengan fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{b-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.6)$$

## 3) Representasi Kurva Trapesium

Representasi kurva trapesium merupakan kurva segitiga, namun ada beberapa titik yang memiliki derajat keanggotaan 1(satu).



Gambar 2.4 Representasi kurva trapesium

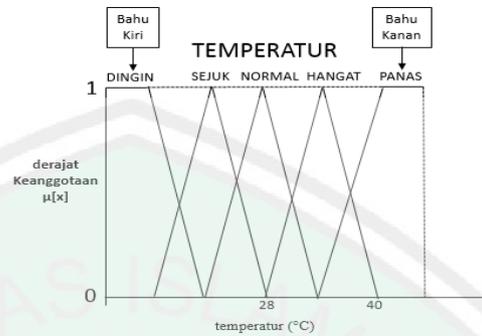
dengan fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = f(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & x \geq d \end{cases} \quad (2.7)$$

#### 4) Representasi Kurva Bentuk Bahu

Representasi kurva bentuk bahu digunakan untuk variabel suatu daerah *fuzzy* yang tidak mengalami perubahan. Bahu kiri akan bergerak dari benar ke salah, dan bahu kanan akan bergerak dari salah ke benar.

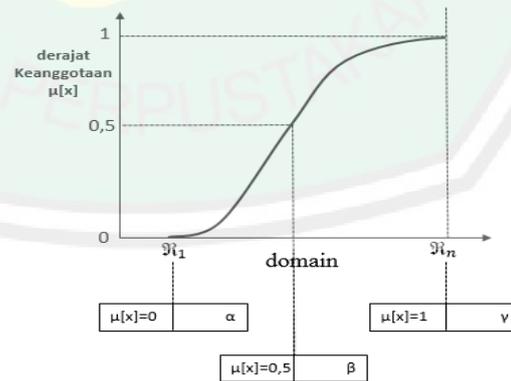
Representasi ini merupakan bagian dari kurva segitiga, namun garis pada sisi kiri dan kanan yang mengapit daerah di tengah-tengah segitiga tidak mengalami perubahan.



**Gambar 2.5** Representasi kurva bahu pada variabel temperatur

### 5) Representasi Kurva-S

Untuk mendefinisikan Kurva-S maka digunakan tiga parameter, yaitu: nilai keanggotaan nol ( $\alpha$ ), nilai keanggotaan lengkap ( $\gamma$ ), dan titik infleksi atau *crossover* ( $\beta$ ) dengan titiknya yang memiliki domain 50% benar.



**Gambar 2.6** Karakteristik fungsi kurva-S

## 6) Representasi Kurva Bentuk Lonceng (*Bell Curve*)

Kurva ini digunakan untuk merepresentasikan bilangan *fuzzy*. Kurva bentuk lonceng terbagi atas tiga kelas, yaitu himpunan *fuzzy* PI, himpunan *fuzzy* beta, dan himpunan *fuzzy* Gauss.

### 2.7 Metode *Fuzzy Mamdani*

Menurut Kusumadewi (2002:134), metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode *Min-Max*. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output* maka diperlukan 4 tahapan:

#### 1. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Variabel input dan variabel output harus dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.

#### 2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Pada basis pengetahuan *fuzzy* terdapat aturan-aturan (proposisi) yang berkaitan dengan suatu relasi *fuzzy*. Bentuk umum dari aturan-aturan tersebut adalah

$$IF \ x \text{ is } A \ THEN \ y \text{ is } B \quad (2.8)$$

dengan  $x$  dan  $y$  adalah skalar, dan  $A$  dan  $B$  adalah himpunan *fuzzy*.

Aturan yang mengikuti IF disebut anteseden, sedangkan aturan yang

mengikuti THEN disebut konsekuen. Aturan-aturan tersebut dapat diperluas dengan menggunakan *operator fuzzy*, seperti OR atau AND.

Fungsi implikasi yang digunakan dalam metode *Mamdani* adalah Min (*minimum*), dimana fungsi ini akan memotong output himpunan *fuzzy*.

### 3. Komposisi Aturan

Untuk memperoleh inferensi yang sistemnya terdiri dari beberapa aturan, diperlukan korelasi antar aturan tersebut. Beberapa metode yang dapat digunakan dalam melakukan inferensi adalah: *maksimum*, *additive*, dan probabilistik OR (*probor*).

#### a. Metode Max (*Maximum*)

nilai maksimum aturan diambil untuk memperoleh solusi himpunan *fuzzy*, nilai ini akan digunakan untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke *output* menggunakan *operator OR (union)*. Setelah semua proposisi dievaluasi, *output* akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi.

Secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \max(\mu_{sf}[x_i], \mu_{kf}[x_i]) \quad (2.9)$$

dengan  $\mu_{sf}[x_i]$  = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}[x_i]$  = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i;

b. Metode *Additive* (Sum)

*Bounded-sum* dilakukan terhadap semua *output* daerah *fuzzy* untuk memperoleh solusi himpunan *fuzzy*.

c. Metode Probabilistik OR (PROBOR)

Solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *product* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*.

4. Defuzzifikasi

*Input* yang dibutuhkan untuk melakukan defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*. Adapun *output* yang dihasilkan adalah suatu bilangan pada dominan himpunan *fuzzy*. Dengan demikian, jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai *output*.

Ada beberapa metode defuzzifikasi pada komposisi aturan Mamdani, yaitu:

a. Metode *Centroid* (*CompositeMoment*)

Solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat ( $z^*$ ) daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan:

$$z^* = \frac{\int_z z\mu(z)dz}{\int_z \mu(z)dz} \quad (2.10)$$

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j\mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)}$$

dengan  $z^*$  = nilai hasil defuzzifikasi;  $\mu(z)$  = derajat keanggotaan suatu titik;  $z$  = nilai domain ke-i;

b. Metode Bisektor

Solusi diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*.

c. Metode *Mean of Maximum* (MOM)

Solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d. Metode *Largest of Maximum* (LOM)

Solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum. S

## BAB III

### ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini akan memberikan gambaran secara umum analisis dan perancangan sistem dalam penelitian “*Identifikasi Tingkat Serangan Phytophthora infestans pada Tanaman Kentang Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Android*”.

#### 3.1 Kebutuhan Sistem

Untuk merancang sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* berbasis *Android*, maka sistem membutuhkan beberapa hal sebagai berikut:

##### 3.1.1 Deskripsi Umum Identifikasi Tingkat Serangan *P. infestans*

Pada subbab ini akan dibahas mengenai deskripsi dari sistem yang dirancang dan dibangun. Tujuan penelitian ini adalah membuat sebuah aplikasi yang dapat mengidentifikasi tingkat kerusakan yang disebabkan oleh serangan *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang. Proses identifikasi dimulai dengan memasukkan nilai jumlah bercak dan luas sebaran bercak terhadap luas permukaan daun kentang tersebut.

### 3.1.2 Usulan Pemecahan Masalah

Untuk mengatasi pemecahan masalah seberapa besar tingkat kerusakan serangan *Phytophthora infestans* pada daun kentang, diperlukan metode yang dapat mengambil kesimpulan secara pasti dari informasi yang ambigu, samar-samar, atau tidak tepat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *fuzzy Mamdani*.

Perancangan dimulai dengan beberapa tahap, yaitu:

1. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*.

Berikut adalah semesta pembicaraan untuk setiap variabel *fuzzy* yang digunakan untuk identifikasi tingkat kerusakan serangan *P. infestans* pada daun kentang:

**Tabel 3.1.** Semesta pembicaraan untuk setiap variabel *fuzzy*

Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan
<i>Input</i>	Jumlah bercak	[10, 60]
	Luas sebaran bercak	[5, 49]
<i>Output</i>	Intensitas kerusakan	[3, 75]

Adapun perancangan himpunan *fuzzy* pada identifikasi tingkat kerusakan serangan *P. infestans* pada daun kentang:

**Tabel 3.2.** Tabel himpunan *fuzzy*

Variabel	Himpunan	Domain	Fungsi Keanggotaan	Parameter
Jumlah bercak	Sedikit	10 - 30	Bahu kiri	(0, 10, 30)
	Sedang	15 - 45	Segitiga	(15, 30, 45)
	Banyak	40 - 60	Bahu kanan	(40, 50, 60)
Luas sebaran bercak	Sempit	5 - 25	Bahu kiri	(0, 5, 25)
	Medium	20 - 40	Segitiga	(20, 27, 40)
	Luas	35 - 49	Bahu kanan	(35, 45, 49)
Intensitas Kerusakan	Ringan	3 - 11	Bahu kiri	(0, 3, 11)
	Sedang	6 - 25	Segitiga	(6, 18, 25)
	Berat	20 - 75	Bahu kanan	(20, 50, 75)

Variabel *input* dan variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

Ada dua variabel *fuzzy* yang dimodelkan untuk *input*, yaitu:

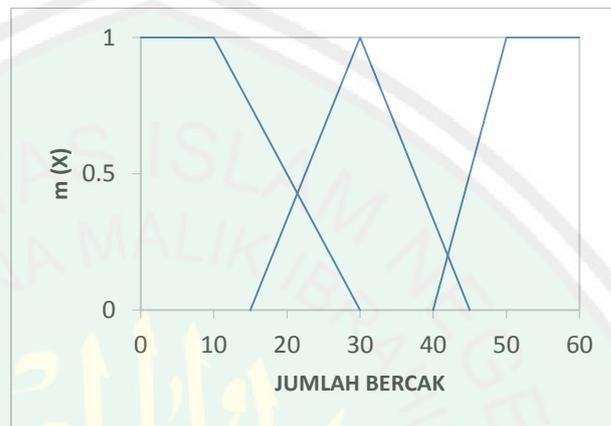
- 1) Jumlah bercak; terdiri-atas 3 himpunan *fuzzy*, yaitu:

**Tabel 3.3** Tabel himpunan *fuzzy* variabel jumlah bercak

No	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Domain (jumlah)
1	Sedikit	10 - 30
2	Sedang	15 - 45
3	Banyak	40 - 60

Pada variabel jumlah bercak, didefinisikan tiga himpunan *fuzzy*, yaitu: **SEDIKIT**, **SEDANG**, dan **BANYAK**. Untuk merepresentasikan variabel jumlah bercak, digunakan bentuk kurva bahu kiri untuk himpunan *fuzzy* **SEDIKIT**, bentuk kurva segitiga untuk himpunan *fuzzy* **SEDANG**, dan bentuk kurva bahu kanan

untuk himpunan *fuzzy* BANYAK. Gambar himpunan *fuzzy* untuk variabel jumlah bercak ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Grafik variabel jumlah bercak

dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{Sedikit} = \begin{cases} 1; & x \leq 10 \\ \frac{30-x}{30-10}; & 10 \leq x \leq 30 \\ 0; & x \geq 30 \end{cases} \quad (3.1)$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; & x \leq 15 \\ \frac{x-15}{30-15}; & 15 \leq x \leq 30 \\ \frac{45-x}{45-30}; & 30 \leq x \leq 45 \\ 0; & x \geq 45 \end{cases}$$

$$\mu_{Banyak} = \begin{cases} 0; & x \leq 40 \\ \frac{x-40}{60-40}; & 40 \leq x \leq 60 \\ 1; & x \geq 60 \end{cases}$$

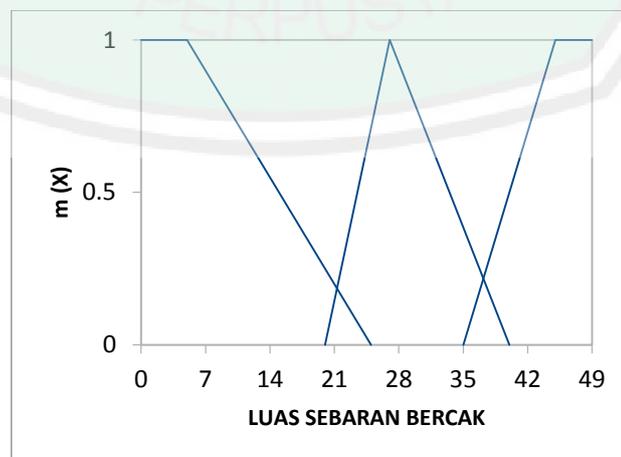
Bercak dianggap sedikit jika jumlahnya antara 10 sampai 30 bercak dalam satu daun, dianggap sedang jika jumlahnya 15 sampai 45 bercak, dianggap banyak jika jumlahnya 40 sampai 60 bercak, dianggap sedikit sekaligus sedang jika jumlahnya antara 15 sampai 30 bercak, dan dianggap sedang sekaligus banyak jika jumlahnya 40 sampai 45 bercak.

- 2) Luas sebaran bercak terhadap permukaan daun; terdiri atas 3 himpunan *fuzzy*, yaitu:

**Tabel 3.4** Tabel himpunan *fuzzy* variabel luas sebaran bercak

No	<i>Fuzzy Set</i>	Domain (%)
1	Sempit	5 - 25
2	Medium	20 - 40
3	Luas	35 - 49

Pada variabel luas sebaran bercak, didefinisikan tiga himpunan *fuzzy*, yaitu: SEMPIT, MEDIUM, dan LUAS. Untuk merepresentasikan variabel luas sebaran bercak, digunakan bentuk kurva bahu kiri untuk himpunan *fuzzy* SEMPIT, bentuk kurva segitiga untuk himpunan *fuzzy* MEDIUM, dan bentuk kurva bahu kanan untuk himpunan *fuzzy* LUAS. Gambar himpunan *fuzzy* untuk variabel luas sebaran bercak ditunjukkan pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Grafik variabel luas sebaran bercak

dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{Sempit} = \begin{cases} 1; & x \leq 5 \\ \frac{25-x}{25-5}; & 5 \leq x \leq 25 \\ 0; & x \geq 25 \end{cases} \quad (3.2)$$

$$\mu_{Medium} = \begin{cases} 0; & x \leq 20 \\ \frac{x-20}{30-20}; & 20 \leq x \leq 30 \\ \frac{40-x}{40-30}; & 30 \leq x \leq 40 \\ 0; & x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{Luas} = \begin{cases} 0; & x \leq 35 \\ \frac{x-35}{49-35}; & 35 \leq x \leq 49 \\ 1; & x \geq 49 \end{cases}$$

Sebaran bercak terhadap luas permukaan daun dianggap sempit jika mencapai 5% sampai 25%, dianggap medium jika sebaran mencapai 20% sampai 40%, dianggap luas jika sebaran mencapai 35% sampai 49% , dianggap sempit sekaligus medium jika sebaran antara 20% sampai 25%, dan dianggap medium sekaligus luas jika sebaran 35% sampai 40%.

Adapun variabel *fuzzy* yang dimodelkan untuk *output*, yaitu:

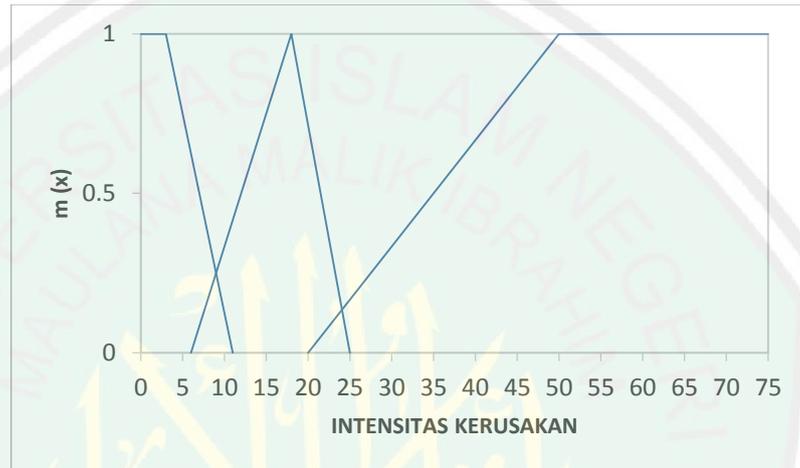
Intensitas Kerusakan, terdiri atas 3 himpunan *fuzzy*, yaitu:

**Tabel 3.5** Tabel himpunan *fuzzy* dari variabel intensitas kerusakan

No	Fuzzy Set	Domain (%)
1	Ringan	3 – 11
2	Sedang	6 – 25
3	Berat	20 -75

Pada variabel intensitas kerusakan, didefinisikan tiga himpunan *fuzzy*, yaitu: RINGAN, SEDANG, dan BERAT. Untuk merepresentasikan variabel intensitas kerusakan, digunakan bentuk kurva bahu kiri untuk himpunan *fuzzy* RINGAN, bentuk kurva

segitiga untuk himpunan *fuzzy* SEDANG, dan bentuk kurva bahu kanan untuk himpunan *fuzzy* BERAT. Gambar himpunan *fuzzy* untuk variabel intensitas kerusakan ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Grafik variabel Intensitas Kerusakan

dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{Ringan} = \begin{cases} 1; & x \leq 3 \\ \frac{11-x}{11-3}; & 3 \leq x \leq 11 \\ 0; & x \geq 11 \end{cases} \quad (3.3)$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; & x \leq 6 \\ \frac{x-6}{18-6}; & 6 \leq x \leq 18 \\ \frac{18-x}{25-18}; & 18 \leq x \leq 25 \\ 0; & x \geq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} = \begin{cases} 0; & x \leq 20 \\ \frac{x-20}{75-20}; & 20 \leq x \leq 75 \\ 1; & x \geq 75 \end{cases}$$

Kerusakan dianggap ringan jika intensitas mencapai 3% sampai 11%, dianggap sedang jika intensitas mencapai 6% sampai 25%, dianggap berat jika intensitas mencapai 20% sampai 70% , dianggap ringan sekaligus sedang jika intensitas antara 6% sampai 11%, dan

dianggap sedang sekaligus berat jika intensitas antara 20% sampai 25%.

## 2. Aplikasi Fungsi Implikasi.

Setelah tahap pertama, yaitu pembentukan himpunan *fuzzy* selesai, maka tahap selanjutnya yang harus dilakukan adalah pembentukan aturan *fuzzy*. Aturan-aturan ini dibentuk untuk menyatakan relasi antara *input* dan *output*. Berdasarkan kategori dalam intensitas kerusakan, maka dapat dibentuk aturan-aturan sebagai berikut:

[R1]: jika jumlah bercak sedikit dan luas sebaran bercak sempit maka intensitas kerusakan ringan.

[R2]: jika jumlah bercak sedikit dan luas sebaran bercak medium maka intensitas kerusakan ringan.

[R3]: jika jumlah bercak sedikit atau luas sebaran bercak luas maka intensitas kerusakan ringan.

[R4]: jika jumlah bercak sedang dan luas sebaran bercak sempit maka intensitas kerusakan sedang.

[R5]: jika jumlah bercak sedang dan luas sebaran bercak medium maka intensitas kerusakan sedang.

[R6]: jika jumlah bercak sedang dan luas sebaran bercak luas maka intensitas kerusakan sedang.

[R7]: jika jumlah bercak banyak atau luas sebaran bercak sempit maka intensitas kerusakan berat.

[R8]: jika jumlah bercak banyak dan luas sebaran bercak medium maka intensitas kerusakan berat.

[R9]: jika jumlah bercak banyak dan luas sebaran bercak luas maka intensitas kerusakan berat.

**Tabel 3.6.** Aturan-aturan dalam penentuan intensitas kerusakan

		Luas sebaran bercak		
		Sempit	Medium	Luas
Jumlah bercak	Sedikit	RINGAN	RINGAN	RINGAN
	Sedang	SEDANG	SEDANG	SEDANG
	Banyak	BERAT	BERAT	BERAT

Setelah aturan terbentuk, maka aplikasi fungsi implikasi dapat dilakukan. Pada metode *Mamdani*, fungsi aplikasi yang digunakan adalah Min, yaitu mengambil nilai *minimum* dari hasil perbandingan besar derajat keanggotaan variabel jumlah bercak dan luas sebaran bercak sehingga didapatkan daerah *fuzzy* pada variabel intensitas kerusakan sesuai dengan aturan yang berlaku.

### 3. Komposisi Aturan

Komposisi aturan pada metode Mamdani diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum dari *output* aturan kemudian menggabungkan daerah *fuzzy* dari masing-masing aturan dengan menggunakan operator OR.

$$\mu_{sf}[x] = \max(\mu_{kf_1}[x], \mu_{kf_2}[x], \mu_{kf_3}[x], \mu_{kf_4}[x], \mu_{kf_5}[x], \mu_{kf_6}[x], \mu_{kf_7}[x], \mu_{kf_8}[x], \mu_{kf_9}[x]) \quad (3.4)$$

Dengan  $\mu_{sf}[x]$  : nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;  $\mu_{kf}[x]$ : nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* setiap aturan ke-i, dimana  $i=1, 2, \dots, 9$

### 4. Penegasan (Defuzzifikasi)

*Input* dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga, jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu, maka dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai *output*. Defuzzifikasi yang digunakan dalam menentukan intensitas

kerusakan adalah dengan metode *centroid*. Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat ( $z_0$ ) daerah *fuzzy*.

Secara umum dirumuskan:

$$z_0 = \frac{\int_a^b \mu(z) dz}{\int_a^b \mu(z) dz} \quad (3.5)$$

untuk *domain* kontinyu, dengan  $z_0$  adalah nilai hasil defuzzifikasi dan  $\mu(z)$  adalah derajat keanggotaan titik tersebut, sedangkan  $Z$  adalah nilai domain ke-i.

### 3.2 Perancangan Sistem

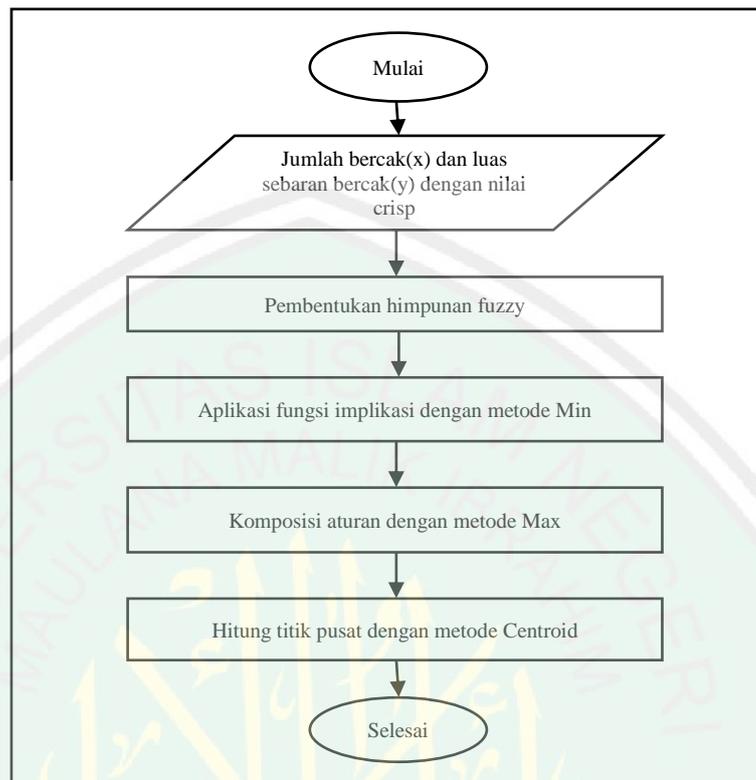
Perancangan dilakukan dengan analisis sebagai dasarnya. Berikut akan dibahas mengenai arsitektur dan proses yang terjadi dalam aplikasi yang dibangun.

#### 3.2.1 Desain Input

*Input* data adalah nilai *crisp* dari jumlah bercak dan luas sebaran bercak yang terdapat pada daun kentang.

#### 3.2.2 Perancangan Proses

Berdasarkan analisis maka terhadap *input* dilakukan 4 proses, yaitu:



Gambar 3.4 Bagan alir proses identifikasi tingkat serangan *P. infestans*

### 3.2.3 Perancangan Output

Output yang dihasilkan merupakan nilai *crisp* tertentu sesuai dengan nilai *crisp* yang diberikan oleh user.

### 3.2.4 Perancangan Antarmuka Pemakai (User Interface)

Pembuatan *User Interface* sangat menunjang dalam perancangan program agar mudah digunakan oleh user.

#### 1. Menu Utama

Merupakan tampilan awal dari aplikasi identifikasi tingkat kerusakan serangan *P. infestans* pada tanaman kentang menggunakan metode *fuzzy Mamdani*.

## 2. Menu Identifikasi Tingkat Serangan

Merupakan menu di mana *user* akan memasukkan nilai *crisp* jumlah bercak yang disimbolkan dengan  $x$  serta luas sebaran bercak terhadap luas permukaan daun yang disimbolkan dengan  $y$ . Dari proses yang terjadi di dalam sistem, *user* kemudian akan mendapatkan *output* berupa nilai *crisp* serta informasi mengenai kategori intensitas kerusakan akibat serangan *P. infestans*.

## 3. Menu Cara Pintas

Merupakan menu yang dapat digunakan oleh *user* untuk mengakses informasi tambahan mengenai morfologi dan gejala serangan dari beberapa organisme pengganggu tanaman kentang.

## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

#### **4.1 Implementasi**

Adapun perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan selama perancangan adalah sebagai berikut:

##### **4.1.1 Ruang Lingkup Perangkat Keras**

Perangkat keras yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah sebagai berikut:

- 1) Intel Core 2 Duo CPU T6670@2.20GHz x2
- 2) Memory 2.0 GiB
- 3) Disk Size 279.6 GB
- 4) Keyboard

##### **4.1.2 Ruang Lingkup Perangkat Lunak**

Perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah sebagai berikut:

- 1) Sistem Operasi LinuxMint 15: olivia (i686)
- 2) Adt-Bundle-Linux-X86 (Eclipse dan Android SDK Platform Tools)
- 3) LibreOffice Writer
- 4) LibreOffice Calc.

## 4.2 Implementasi Program

Proses identifikasi tingkat serangan *P. Infestans* pada tanaman kentang menggunakan metode *fuzzy Mamdani* terdiri dari 4 tahap, yaitu: 1). Pembentukan himpunan fuzzy; 2). Aplikasi fungsi implikasi dengan metode *Min*; 3). Komposisi aturan dengan menggunakan metode *Max*; dan 4). Defuzzifikasi dengan metode *centroid*.

### 4.2.1 Proses Tampil Data XML

Pada proses ini, data XML digunakan untuk menampilkan layout (*user interface*) menu utama di *emulator android*. Berikut adalah potongan *source code* program untuk menampilkan menu utama aplikasi tersebut:

```
<LinearLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:layout_width="fill_parent"
    android:layout_height="fill_parent"
    android:orientation="vertical"
    android:layout_gravity="center"
    android:background="@drawable/bg_layout_menu" >

    <Button
        android:id="@+id/bt_lay_menu"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_gravity="center_vertical|center_horizontal"
        android:layout_marginTop="5dp"
        android:text="@string/TextBt"
        style="@style/ButtonJudul"/>

    <TextView
        android:id="@+id/txJudul"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="@string/text_add"
        android:textStyle="italic"
        android:textSize="17sp"
        android:textColor="#990000"
        android:layout_gravity="center" />

</LinearLayout>
```

#### 4.2.2 Proses Input Jumlah Bercak dan Luas Sebaran Bercak

Input yang dimasukkan *user* ke dalam aplikasi adalah nilai *crisp* jumlah bercak yang nampak pada daun karena serangan *P. Infestans* serta luas sebaran bercak. Berikut adalah potongan *source code* program untuk mendapatkan nilai yang di-*input*-kan oleh user tersebut:

```
public void onCreate(Bundle savedInstanceState){
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.level_fix);

    mX = (EditText)findViewById(R.id.editX);
    mY = (EditText)findViewById(R.id.editY);
    int x = Integer.parseInt(mX.getText().toString());
    int y = Integer.parseInt(mY.getText().toString());
```

#### 4.2.3 Proses Pembentukan Himpunan Fuzzy

Berikut adalah potongan *source code* program untuk pembentukan himpunan *fuzzy* untuk variabel jumlah bercak berdasarkan nilai yang di-*input*-kan oleh user tersebut:

```
Toast.makeText(this, "Jumlah Bercak= " + x + "\n"+"Luas Sebaran Bercak= "
+ y + "\n", Toast.LENGTH_LONG).show();
if(x >= 10 && x <15)
{
    mDerajat.setText(x+ ": " + a);
    mHimp.setAlpha(1);
    mHimp.setText(Float.toString(mSdkt));
}
else if(x >=15 && x<=30)
{
    mDerajat.setText(x+ ": " + a + " ; " + b);
    mHimp.setAlpha(1);
    mHimp.setText(Float.toString(mSdkt));
    mRule.setAlpha(1);
    mRule.setText(Float.toString(mSdg));
}
else if(x>30 && x<40)
{
    mDerajat.setText(x+ ": " + b);
    mHimp.setAlpha(1);
    mHimp.setText(Float.toString(mSdg1));}}
```

Berikut adalah potongan *source code* program untuk pembentukan himpunan *fuzzy* untuk variabel luas sebaran bercak berdasarkan nilai yang di-*input*-kan oleh user tersebut:

```

if(y >= 5 && y <20)
{
mDerajatY.setAlpha(1);
mDerajatY.setText(y+ ": " + a1);
mHimpY.setAlpha(1);
mHimpY.setText(Float.toString(mSmpt));
}
else if(y >=20 && y<=25)
{
mDerajatY.setAlpha(1);
mDerajatY.setText(y+ ": " + a1 +" ; " + y + ": " + b1);
mHimpY.setAlpha(1);
mHimpY.setText(Float.toString(mSmpt));
mRuleY.setAlpha(1);
mRuleY.setText(Float.toString(mMed));
}
else if(y>25 && y<35)
{
mDerajatY.setAlpha(1);
mDerajatY.setText(y+ ": " + b1);
mHimpY.setAlpha(1);
mHimpY.setText(Float.toString(mMed1));
}
else if(y>=35 && y<=49)
{
if(y==35 || y<=40)
{
mDerajatY.setText(y+ ": " + b1);
mHimpY.setAlpha(1);
mHimpY.setText(Float.toString(mMed1));
}
mDerajatY.setAlpha(1);
mDerajatY.setText(y+ ": " + c1);
mRuleY.setAlpha(1);
mRuleY.setText(Float.toString(mLuas));
}
}

```

#### 4.2.4 Proses Aplikasi Fungsi Implikasi

Berikut adalah potongan *source code* program untuk proses aplikasi fungsi implikasi dari hasil pembentukan himpunan *fuzzy* untuk variabel jumlah bercak dan luas sebaran bercak berdasarkan nilai yang di-*input*-kan oleh user:

```

double sedikit = Double.parseDouble(mHimp.getText().toString());
double sedang = Double.parseDouble(mRule.getText().toString());
double sempit = Double.parseDouble(mHimpY.getText().toString());
if (sedikit < sempit)
{
mImpli.setText(Double.toString(sedikit));
}
else
{
mImpli.setText(Double.toString(sempit));
}
//=====
if(sedang < sempit)
{
mImpliY.setText(Double.toString(sedang));
}
else if (sedang > sempit)
{
mImpliY.setText(Double.toString(sempit));
}
else if(mSdg1 < mSmpt)
{
mImpliY.setText(Double.toString(mSdg1));
}
else if (mSdg1 > mSmpt)
{
mImpliY.setText(Double.toString(mSmpt));
}
}

```

#### 4.2.5 Proses Komposisi Aturan

Berikut adalah potongan *source code* program untuk komposisi aturan berdasarkan hasil dari proses aplikasi fungsi implikasi:

```

double aPredikat1 = Double.parseDouble(mImpli.getText().toString());
double aPredikat2 = Double.parseDouble(mImpliY.getText().toString());
//titik potong antar aturan
double tp1 = max_ringan - aPredikat1;
double tp2 = max_ringan - aPredikat2;
double tp3 = tengah_sdg - aPredikat2;

```

#### 4.2.6 Proses Defuzzifikasi

Berikut adalah potongan *source code* program untuk defuzzifikasi berdasarkan hasil dari proses komposisi aturan:

```

mKomp.setText(Double.toString(tp1) + " ; " + Double.toString(tp2) + " ;
" + Double.toString(tp3));
//=====DEFUZZIFIKASI=====
double satu = 1;
double k = (aPredikat1/2*tp1*tp1)-(aPredikat1/2*min_ringan*min_ringan);
double k1 = (aPredikat1*tp1)-(aPredikat1*min_ringan);
double la = (max_ringan/2*tp2*tp2)-(satu/3*tp2*tp2*tp2);
double lb = (max_ringan/2*tp1*tp1)-(satu/3*tp1*tp1*tp1);
double lc = la - lb;
double l1a = (max_ringan*tp2)-(satu/2*tp2*tp2);
double l1b = (max_ringan*tp1)-(satu/2*tp1*tp1);
double l1c = l1a - l1b;
double m = (aPredikat2/2*tp3*tp3)-(aPredikat2/2*tp2*tp2);
double m1 = (aPredikat2*tp3)-(aPredikat2*tp2);
double na = (tengah_sdg/2*tengah_sdg*tengah_sdg)-
(satu/3*tengah_sdg*tengah_sdg*tengah_sdg);
double nb = (tengah_sdg/2*tp3*tp3)-(satu/3*tp3*tp3*tp3);
double nc = na-nb;
double n1a = (tengah_sdg*tengah_sdg)-(satu/2*tengah_sdg*tengah_sdg);
double n1b = (tengah_sdg*tp3)-(satu/2*tp3*tp3);
double n1c = n1a-n1b;
double def = (k + lc + m + nc)/(k1 + l1c + m1 + n1c);
mDefuzzi.setText("Defuzzifikasi=====> " + def);
mLevel.setAlpha(1);
double z = def;
if (z >= 3 && z <11)
{
mLevel.setText("RINGAN");
}
else if(z >=11 && z<=25)
{
mLevel.setText("SEDANG");
}
else
{
mLevel.setText("BERAT");
}

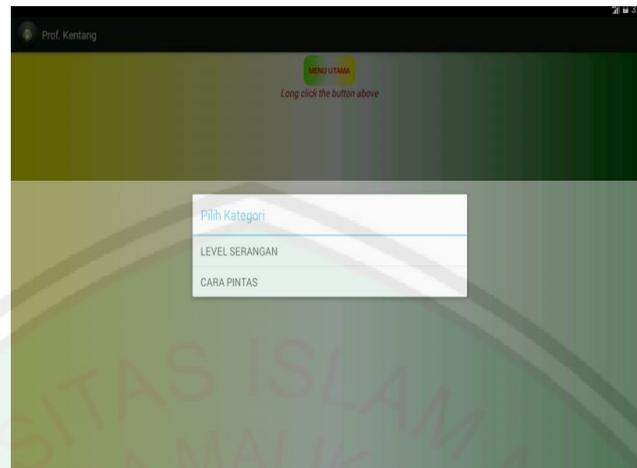
```

### 4.3 Implementasi Interface

Di dalam implementasi interface ini dijelaskan tentang tampilan program yang dibuat sesuai dengan rancangan pada bab sebelumnya.

#### 4.3.1 Interface Menu Utama

Berikut adalah *interface* dari layout menu utama aplikasi identifikasi tingkat serangan *P. Infestans* pada tanaman kentang menggunakan metode *fuzzy Mamdani*:



Gambar 4.1. Interface menu utama aplikasi

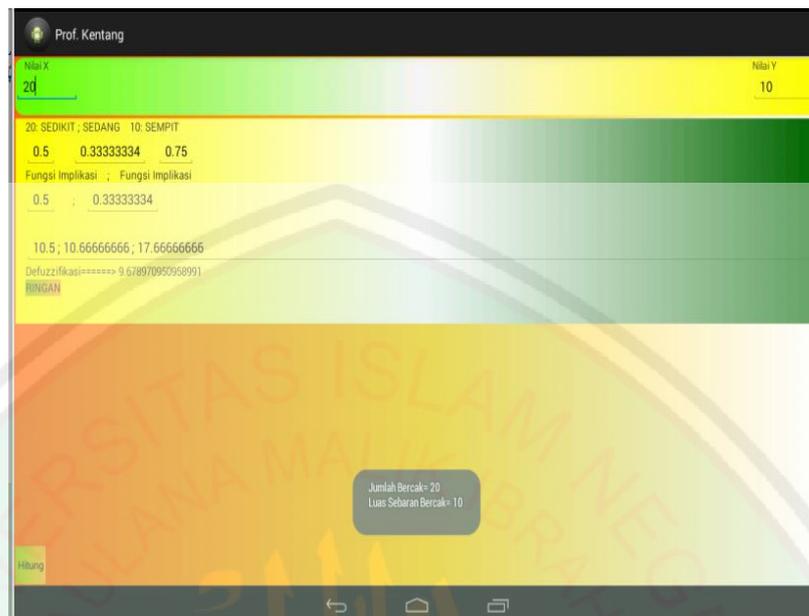
#### 4.3.2 Interface Menu Identifikasi Tingkat Serangan

Berikut adalah *interface* dari layout menu identifikasi tingkat serangan *P.*

*Infestans* pada tanaman kentang menggunakan metode *fuzzy Mamdani*:



Gambar 4.2. Interface menu identifikasi tingkat serangan *P. infestans*



Gambar 4.3. Interface hasil defuzzifikasi

### 4.3.3 Interface Menu Pintas

Berikut adalah *interface* dari layout menu yang dapat digunakan untuk mendapatkan informasi OPT penting yang menyerang tanaman kentang:



Gambar 4.4. Interface OPT penting pada tanaman kentang

## 4.4 Pengujian

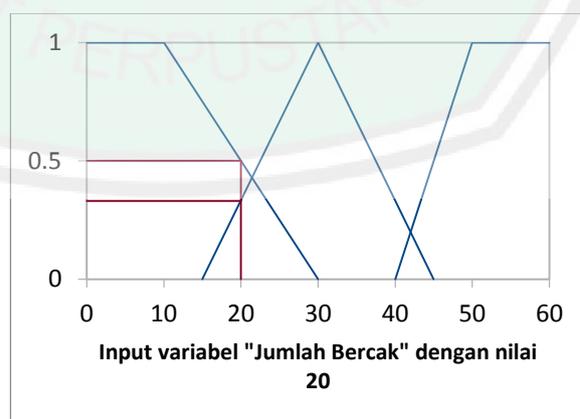
Untuk menguji sistem, maka diambil tiga contoh kasus.

### 4.4.1 Contoh Kasus I

Jumlah bercak yang nampak pada daun adalah sebanyak 20 bercak dengan persentase luas sebaran bercak terhadap permukaan daun diperkirakan mencapai 10%.

#### Langkah 1. Menentukan Himpunan *Fuzzy*

Variabel jumlah bercak telah didefinisikan pada tiga himpunan *fuzzy*, yaitu: SEDIKIT, SEDANG, dan BANYAK. Setiap himpunan *fuzzy* memiliki interval keanggotaan, yakni seperti terlihat pada Gambar 3.7. Berikut adalah gambar derajat keanggotaan pada variabel jumlah bercak untuk nilai 20.



**Gambar 4.5.** Fungsi keanggotaan untuk jumlah bercak sebanyak 20 bercak

Jumlah bercak 20 termasuk dalam himpunan *fuzzy* SEDIKIT dengan derajat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{\text{Sedikit}} = \begin{cases} 1; & x \leq 10 \\ \frac{30-x}{30-10}; & 10 \leq x \leq 30 \\ 0; & x \geq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}} = \begin{cases} 0; & x \leq 15 \\ \frac{x-15}{30-15}; & 15 \leq x \leq 30 \\ \frac{45-x}{45-30}; & 30 \leq x \leq 45 \\ 0; & x \geq 45 \end{cases}$$

sehingga diperoleh:

$$\mu_{\text{Sedikit}}[45] = \frac{30-20}{30-10} = 0.50$$

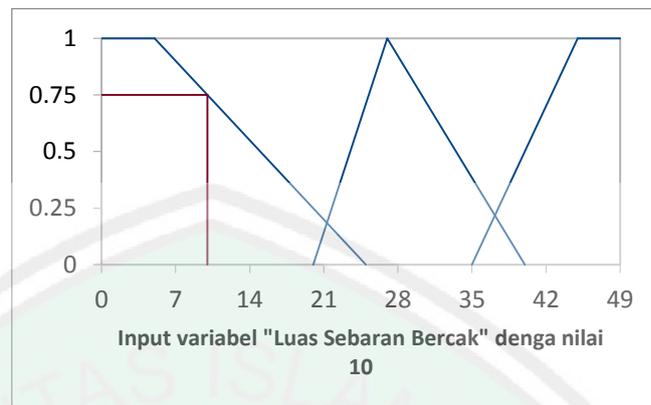
dan juga termasuk dalam himpunan *fuzzy* SEDANG dengan derajat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{\text{Sedang}}[20] = \frac{20-15}{15} = 0.33$$

$$\mu_{\text{Banyak}}[20] = 0.00$$

yang berarti bahwa, jumlah bercak dikatakan SEDIKIT dengan derajat keanggotaan 50% dan juga dikatakan SEDANG dengan derajat keanggotaan 33%.

Untuk variabel luas sebaran bercak didefinisikan tiga himpunan *fuzzy*, yaitu: SEMPIT, MEDIUM, dan LUAS. Setiap himpunan *fuzzy* memiliki interval keanggotaan yang terlihat pada Gambar 3.8. Berikut adalah gambar derajat keanggotaan pada variabel luas sebaran bercak sebesar 10%:



Gambar 4.6. Fungsi keanggotaan untuk luas sebaran bercak dengan nilai 10.

Luas sebaran bercak sebesar 10% termasuk dalam himpunan *fuzzy* SEMPIT

dengan derajat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{Sempit} = \begin{cases} 1; & x \leq 5 \\ \frac{25-x}{25-5}; & 5 \leq x \leq 25 \\ 0; & x \geq 25 \end{cases}$$

sehingga diperoleh:

$$\mu_{Sempit}[10] = \frac{25-10}{25-5} = 0.75$$

$$\mu_{Medium}[10] = 0.00$$

$$\mu_{Luas}[10] = 0.00$$

yang berarti bahwa, luas sebaran dapat dikatakan sempit dengan derajat keanggotaan 75%.

### Langkah 2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Dengan nilai *input* jumlah bercak sebesar 20 bercak dan luas sebaran bercak terhadap permukaan daun sebesar 10%, maka aturan-aturan yang sesuai dengan kondisi tersebut adalah:

[R1] Jika jumlah bercak sedikit dan luas sebaran bercak sempit, maka intensitas kerusakan ringan

$$\begin{aligned}
 \alpha \text{ Predikat}_1 &= \mu_{\text{sedikit}} \cap \mu_{\text{sempit}} \\
 &= \min(\mu_{\text{sedikit}}(0.50), \mu_{\text{sempit}}(0.75)) \\
 &= \min(0.50, 0.75) \\
 &= 0.50
 \end{aligned}$$

[R4] Jika jumlah bercak sedang dan luas sebaran bercak sempit, maka intensitas kerusakan sedang.

$$\begin{aligned}
 \alpha \text{ Predikat}_2 &= \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{sempit}} \\
 &= \min(\mu_{\text{sedang}}(0.33), \mu_{\text{sempit}}(0.75)) \\
 &= \min(0.33, 0.75) \\
 &= 0.33
 \end{aligned}$$

Berikut adalah tabel untuk fungsi implikasi jumlah bercak sebanyak 20 bercak dengan luas sebaran sebesar 10%.

**Tabel 4.1** Aplikasi fungsi implikasi untuk jumlah bercak 20 dan luas sebaran bercak 10%.

		Luas sebaran bercak		
		Sempit	Medium	Luas
Jumlah bercak	Sedikit	<b>RINGAN (0.5)</b>	RINGAN	RINGAN
	Sedang	<b>SEDANG (0.33)</b>	SEDANG	SEDANG
	Banyak	BERAT	BERAT	BERAT

### Langkah 3. Komposisi Aturan

Pada langkah ini digunakan fungsi MAX, yaitu mengambil derajat keanggotaan maksimum dari setiap konsekuen aplikasi fungsi implikasi dan

menggabungkan dari semua kesimpulan masing-masing aturan, sehingga diperoleh solusi *fuzzy* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\mu_{sf}(x) &= \text{maks}\{\mu_{ringan}(x), \mu_{sedang}(x)\} \\ &= \text{maks}\{0.50, 0.33\}\end{aligned}$$

Titik potong antara aturan pertama dan aturan kedua adalah ketika  $\mu_{IntensitasKerusakanRINGAN}(x) = \mu_{IntensitasKerusakanSEDANG}(x)$ , yaitu:

$$\begin{aligned}11 - x &= 0.50 \\ \Leftrightarrow x &= 11 - 0.50 \\ \Leftrightarrow x &= 10.50\end{aligned}$$

Ketika  $\mu_{IntensitasKerusakanSEDANG}(x) = 0.33$ , maka nilai  $x$  adalah:

$$\begin{aligned}18 - x &= 0.33 \\ x &= 18 - 0.33 \\ \Leftrightarrow x &= 17.67\end{aligned}$$

sehingga didapat fungsi keanggotaan daerah solusi sebagai berikut:

$$\mu_{IntensitasKerusakan} = \begin{cases} 0.50 ; 3 \leq x \leq 10.50 \\ 11 - x ; 10.50 \leq x \leq 10.67 \\ 0.33 ; 10.67 \leq x \leq 17.67 \\ 18 - x ; 17.67 \leq x \leq 18 \end{cases}$$

#### Langkah 4. Defuzzifikasi

Pada langkah ini, himpunan *fuzzy* diubah kedalam bilangan *real*. *Input* dari defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-

aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada *domain* himpunan *fuzzy* tersebut. Metode yang digunakan untuk mendapatkan *output* defuzzifikasi adalah metode *centroid*. Berikut adalah perhitungan defuzzifikasi intensitas kerusakan daun kentang dengan metode *centroid*:

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{\int_3^{11} (0.50)x \, dx + \int_3^{11} (11-x)x \, dx + \int_{18}^{25} 0.33x \, dx + \int_{18}^{25} (18-x)x \, dx}{\int_3^6 (0.50)dx + \int_6^{11} (11-x)dx + \int_{11}^{18} 0.33dx + \int_{18}^{25} (18-x)dx} \\
 &= \frac{\frac{0.50}{2}x^2 \Big|_{10.50}^{10.50} + \left(\frac{11}{2}x^2 - \frac{1}{3}x^3\right) \Big|_{10.67}^{10.67} + \left(\frac{0.33}{2}x^2\right) \Big|_{10.67}^{17.67} + \left(\frac{18}{2}x^2 - \frac{1}{3}x^3\right) \Big|_{17.67}^{17.67}}{0.50x \Big|_{10.50}^{10.50} + \left(11x - \frac{1}{2}x^2\right) \Big|_{10.50}^{10.67} + (0.33x) \Big|_{10.67}^{17.67} + \left(18x - \frac{1}{2}x^2\right) \Big|_{17.67}^{18}} \\
 &= \frac{59.76}{8.18} \\
 &= 9.66
 \end{aligned}$$

Intensitas kerusakan sebesar 9,66 termasuk ke dalam kategori tingkat serangan RINGAN, Apabila intensitas kerusakan *P. infestans* tersebut dihitung menggunakan logika tegas, sesuai perhitungan yang telah disebutkan pada rumus (2.3) maka akan diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{\sum(U \times V)}{ZN} \times 100 \\
 I &= \frac{6}{75} \times 100\% \\
 I &= 8\%
 \end{aligned}$$

Intensitas kerusakan tersebut termasuk ke dalam kategori tingkat serangan RINGAN.

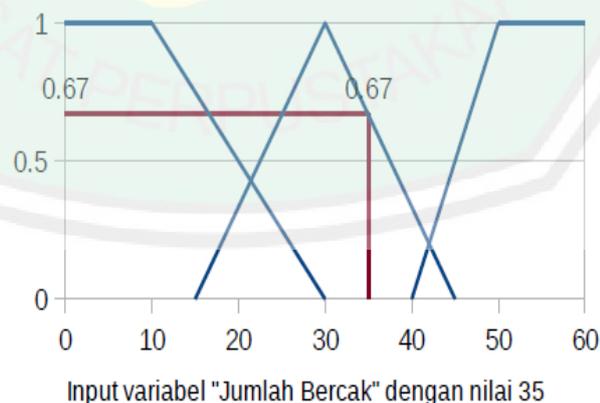
Dalam kasus ini, hasil perhitungan intensitas kerusakan menggunakan logika *fuzzy* berbeda dengan menggunakan logika tegas walaupun hasil identifikasi tingkat serangan adalah sama, yaitu RINGAN.

#### 4.4.2 Contoh Kasus II

Untuk contoh kasus kedua, jumlah bercak yang nampak pada daun adalah sebanyak 35 bercak dengan persentase luas sebaran bercak terhadap permukaan daun diperkirakan mencapai 23%.

##### Langkah 1. Menentukan Himpunan *Fuzzy*

Variabel jumlah bercak telah didefinisikan pada tiga himpunan *fuzzy*, yaitu: SEDIKIT, SEDANG, dan BANYAK. Setiap himpunan *fuzzy* memiliki interval keanggotaan, yakni seperti terlihat pada Gambar 3.1. Berikut adalah gambar derajat keanggotaan pada variabel jumlah bercak untuk nilai 35.



**Gambar 4.7.** Fungsi keanggotaan untuk jumlah bercak sebanyak 35 bercak

Jumlah bercak 35 termasuk dalam himpunan *fuzzy* SEDANG dengan derajat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; & x \leq 15 \\ \frac{x-15}{30-15}; & 15 \leq x \leq 30 \\ \frac{45-x}{45-30}; & 30 \leq x \leq 45 \\ 0; & x \geq 45 \end{cases}$$

sehingga diperoleh:

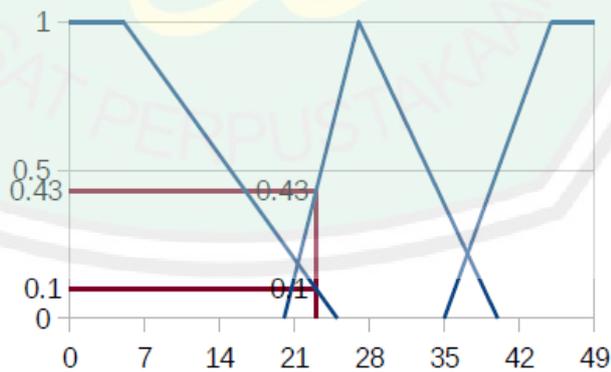
$$\mu_{Sedikit}[35] = 0.00$$

$$\mu_{Sedang}[35] = \frac{45-35}{15} = 0.67$$

$$\mu_{Banyak}[35] = 0.00$$

yang berarti bahwa, jumlah bercak dikatakan SEDANG dengan derajat keanggotaan 67%.

Untuk variabel luas sebaran bercak didefinisikan tiga himpunan *fuzzy*, yaitu: SEMPIT, MEDIUM, dan LUAS. Setiap himpunan *fuzzy* memiliki interval keanggotaan yang terlihat pada Gambar 3.2. Berikut adalah gambar derajat keanggotaan pada variabel luas sebaran bercak sebesar 23%:



Input variabel "Luas Sebaran Bercak" dengan nilai 23

**Gambar 4.8.** Fungsi keanggotaan untuk luas sebaran bercak dengan nilai 23.

Luas sebaran bercak sebesar 23% termasuk dalam himpunan *fuzzy* SEMPIT dengan derajat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{Sempit} = \begin{cases} 1; & x \leq 5 \\ \frac{25-x}{25-5}; & 5 \leq x \leq 25 \\ 0; & x \geq 25 \end{cases}$$

Luas sebaran bercak dengan nilai tersebut juga termasuk dalam himpunan fuzzy MEDIUM dengan derajat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{Medium} = \begin{cases} 0; & x \leq 20 \\ \frac{x-20}{30-20}; & 20 \leq x \leq 30 \\ \frac{40-x}{40-30}; & 30 \leq x \leq 40 \\ 0; & x \geq 40 \end{cases}$$

sehingga diperoleh:

$$\mu_{Sempit}[23] = \frac{25-23}{20} = 0.10$$

$$\mu_{Medium}[23] = \frac{23-20}{10} = 0.43$$

$$\mu_{Luas}[23] = 0.00$$

yang berarti bahwa, luas sebaran dapat dikatakan SEMPIT dengan derajat keanggotaan 10% dan juga dikatakan MEDIUM dengan derajat keanggotaan 43%.

### Langkah 2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Dengan nilai *input* jumlah bercak sebesar 35 bercak dan luas sebaran bercak terhadap permukaan daun sebesar 23%, maka aturan-aturan yang sesuai dengan kondisi tersebut adalah:

[R4] Jika jumlah bercak sedang dan luas sebaran bercak sempit, maka intensitas kerusakan sedang.

$$\begin{aligned} \propto \text{Predikat}_1 &= \mu_{sedang} \cap \mu_{sempit} \\ &= \min(\mu_{sedang}(0.67), \mu_{sempit}(0.10)) \\ &= \min(0.67, 0.10) \\ &= 0.10 \end{aligned}$$

[R5] Jika jumlah bercak sedang dan luas sebaran bercak medium maka intensitas kerusakan sedang.

$$\begin{aligned}\alpha \text{ Predikat}_2 &= \mu_{\text{sedang}} \cap \mu_{\text{medium}} \\ &= \min(\mu_{\text{sedang}}(0.67), \mu_{\text{medium}}(0.43)) \\ &= \min(0.67, 0.43) \\ &= 0.43\end{aligned}$$

**Tabel 4.2** Aplikasi fungsi implikasi untuk jumlah bercak 35 dan luas sebaran bercak 23%.

		Luas sebaran bercak		
		Sempit	Medium	Luas
Jumlah bercak	Sedikit	RINGAN	RINGAN	RINGAN
	Sedang	<b>SEDANG (0.10)</b>	<b>SEDANG (0.43)</b>	SEDANG
	Banyak	BERAT	BERAT	BERAT

### Langkah 3. Komposisi Aturan

Pada langkah ini digunakan fungsi MAX, yaitu mengambil derajat keanggotaan maksimum dari setiap konsekuen aplikasi fungsi implikasi dan menggabungkan dari semua kesimpulan masing-masing aturan, sehingga diperoleh solusi fuzzy sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\mu_{sf}(x) &= \text{maks}\{\mu_{\text{sedang}}(x), \mu_{\text{sedang}}(x)\} \\ &= \text{maks}\{0.10, 0.43\}\end{aligned}$$

Titik potong antara aturan pertama dan aturan kedua adalah ketika  $\mu_{IntensitasKerusakanSedang}(x) = \mu_{IntensitasKerusakanSEDANG}(x)$ , yaitu:

$$\begin{aligned} 18 - x &= 0.10 \\ \Leftrightarrow x &= 18 - 0.10 \\ \Leftrightarrow x &= 17.90 \end{aligned}$$

Ketika  $\mu_{IntensitasKerusakanSEDANG}(x) = 0.67$ , maka nilai  $x$  adalah:

$$\begin{aligned} 18 - x &= 0.43 \\ \Leftrightarrow x &= 18 - 0.43 \\ \Leftrightarrow x &= 17.57 \end{aligned}$$

sehingga didapat fungsi keanggotaan daerah solusi sebagai berikut:

$$\mu_{IntensitasKerusakan} = \begin{cases} 0.43; 6 \leq x \leq 17.57 \\ 18 - x; 17.57 \leq x \leq 17.90 \\ 0.10; 17.90 \leq x \leq 25 \end{cases}$$

#### Langkah 4. Defuzzifikasi

Berikut adalah perhitungan defuzzifikasi contoh kasus kedua dengan metode *centroid*:

$$\begin{aligned} x &= \frac{\int_6^{18} (0.43)x dx + \int_6^{18} (18 - x)x dx + \int_6^{18} 0.10x dx}{\int_6^{18} (0.43) dx + \int_6^{18} (18 - x) dx + \int_6^{18} 0.10 dx} \\ &= \frac{\left[ \frac{0.43}{2} x^2 \right]_6^{17.57} + \left[ \frac{18}{2} x^2 - \frac{1}{3} x^3 \right]_{17.57}^{17.90} + \left[ \frac{0.10}{2} x^2 \right]_{17.90}^{18} }{\left[ 0.43x \right]_6^{17.57} + \left[ 18x - \frac{1}{2} x^2 \right]_{17.57}^{17.90} + \left[ (0.10x) \right]_{17.90}^{18} } \\ &= 13.07 \end{aligned}$$

Intensitas kerusakan sebesar 13.07 termasuk ke dalam kategori tingkat serangan SEDANG. Apabila intensitas kerusakan *P. infestans* tersebut dihitung menggunakan logika tegas, sesuai rumus (2.3) maka akan diperoleh hasil sebagai berikut:

$$I = \frac{\sum(U \times V)}{ZN} \times 100$$

$$I = \frac{36}{75} \times 100\%$$

$$I = 48\%$$

Intensitas kerusakan sebesar 48% termasuk ke dalam kategori tingkat serangan BERAT.

Dalam kasus ini, hasil perhitungan intensitas kerusakan dan identifikasi tingkat serangan menggunakan logika *fuzzy* berbeda dengan menggunakan logika tegas.

#### 4.4.3 Contoh Kasus III

Untuk contoh kasus ketiga, jumlah bercak yang nampak pada daun adalah sebanyak 43 bercak dengan persentase luas sebaran bercak terhadap permukaan daun diperkirakan mencapai 31%.

##### **Langkah 1.** Menentukan Himpunan Fuzzy

Berikut adalah gambar derajat keanggotaan pada variabel jumlah bercak untuk nilai 43.



**Gambar 4.9.** Fungsi keanggotaan untuk jumlah bercak sebanyak 43 bercak

Jumlah bercak 43 termasuk dalam himpunan *fuzzy* SEDANG dengan derajat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; & x \leq 15 \\ \frac{x-15}{30-15}; & 15 \leq x \leq 30 \\ \frac{45-x}{45-30}; & 30 \leq x \leq 45 \\ 0; & x \geq 45 \end{cases}$$

dan juga termasuk dalam himpunan *fuzzy* BANYAK dengan serajat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{Banyak} = \begin{cases} 0; & x \leq 40 \\ \frac{x-40}{60-40}; & 40 \leq x \leq 60 \\ 1; & x \geq 60 \end{cases}$$

sehingga diperoleh:

$$\mu_{Sedikit}[43] = 0.00$$

$$\mu_{Sedang}[43] = \frac{45-43}{15} = 0.13$$

$$\mu_{Banyak}[43] = \frac{43-40}{20} = 0.15$$

yang berarti bahwa, jumlah bercak dikatakan SEDANG dengan derajat keanggotaan 13% dan dikatakan BANYAK dengan derajat keanggotaan sebesar 15%.

Berikut adalah gambar derajat keanggotaan pada variabel luas sebaran bercak sebesar 31%:



**Gambar 4.10.** Fungsi keanggotaan untuk luas sebaran bercak dengan nilai 31.

Luas sebaran bercak sebesar 31% termasuk dalam himpunan *fuzzy* MEDIUM dengan derajat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{Medium} = \begin{cases} 0; & x \leq 20 \\ \frac{x-20}{30-20}; & 20 \leq x \leq 30 \\ \frac{40-x}{40-30}; & 30 \leq x \leq 40 \\ 0; & x \geq 40 \end{cases}$$

sehingga diperoleh:

$$\mu_{Sempit}[31] = 0.00$$

$$\mu_{Medium}[31] = \frac{40-31}{10} = 0.69$$

$$\mu_{Luas}[31] = 0.00$$

yang berarti bahwa, luas sebaran dapat dikatakan MEDIUM dengan derajat keanggotaan 69%.

### Langkah 2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Dengan nilai *input* jumlah bercak sebesar 43 bercak dan luas sebaran bercak terhadap permukaan daun sebesar 31%, maka aturan-aturan yang sesuai dengan kondisi tersebut adalah:

[R5] Jika jumlah bercak sedang dan luas sebaran bercak medium maka intensitas kerusakan sedang

$$\begin{aligned} \alpha_{Predikat_1} &= \mu_{sedang} \cap \mu_{medium} \\ &= \min(\mu_{sedang}(0.13), \mu_{medium}(0.69)) \\ &= \min(0.13, 0.69) \\ &= 0.13 \end{aligned}$$

[R8] Jika jumlah bercak banyak dan luas sebaran bercak medium maka intensitas kerusakan berat

$$\begin{aligned} \alpha_{Predikat_2} &= \mu_{banyak} \cap \mu_{medium} \\ &= \min(\mu_{banyak}(0.15), \mu_{medium}(0.69)) \\ &= \min(0.15, 0.69) \\ &= 0.15 \end{aligned}$$

**Tabel 4.3** Aplikasi fungsi implikasi untuk jumlah bercak 43 dan luas sebaran bercak 31%.

		Luas sebaran bercak		
		Sempit	Medium	Luas
Jumlah bercak	Sedikit	RINGAN	RINGAN	RINGAN
	Sedang	SEDANG	<b>SEDANG 0.13</b>	SEDANG
	Banyak	BERAT	<b>BERAT 0.15</b>	BERAT

### Langkah 3. Komposisi Aturan

Pada langkah ini digunakan fungsi *Max*, yaitu mengambil derajat keanggotaan maksimum dari setiap konsekuen aplikasi fungsi implikasi dan menggabungkan dari semua kesimpulan masing-masing aturan, sehingga diperoleh solusi *fuzzy* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\mu_{sf}(x) &= \text{maks}\{\mu_{sedang}(x), \mu_{berat}(x)\} \\ &= \text{maks}\{0.13, 0.15\}\end{aligned}$$

Titik potong antara aturan pertama dan aturan kedua adalah ketika  $\mu_{IntensitasKerusakanSEDANG}(x) = \mu_{IntensitasKerusakanBERAT}(x)$ , yaitu:

$$18 - x = 0.13$$

$$\Leftrightarrow x = 18 - 0.13$$

$$\Leftrightarrow x = 17.87$$

Ketika  $\mu_{IntensitasKerusakanSEDANG}(x) = 0.15$ , maka nilai  $x$  adalah:

$$18 - x = 0.15$$

$$\Leftrightarrow x = 18 - 0.15$$

$$\Leftrightarrow x = 17.85$$

Ketika  $\mu_{\text{IntensitasKerusakanBERAT}}(x) = 0.15$  maka nilai  $x$  adalah:

$$x - 20 = 0.15$$

$$\Leftrightarrow x = 20 + 0.15$$

$$\Leftrightarrow x = 20.15$$

sehingga didapat fungsi keanggotaan daerah solusi sebagai berikut:

$$\mu_{\text{IntensitasKerusakan}} = \begin{cases} 0.15 ; 6 \leq x \leq 17.85 \\ 18 - x ; 17.85 \leq x \leq 17.87 \\ 0.13 ; 17.87 \leq x \leq 20.15 \\ x - 20 ; 20.15 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

#### Langkah 4. Defuzzifikasi

Berikut adalah perhitungan defuzzifikasi intensitas kerusakan daun kentang dengan metode *centroid*:

$$\begin{aligned} x &= \frac{\int_6^{18} (0.15)x \, dx + \int_6^{18} (18-x)x \, dx + \int_{20}^{75} 0.13x \, dx + \int_{20}^{75} (x-20)x \, dx}{\int_6^{18} (0.15) \, dx + \int_6^{18} (18-x) \, dx + \int_{20}^{75} 0.13 \, dx + \int_{20}^{75} (x-20) \, dx} \\ &= \frac{\frac{0.15}{2}x^2 \Big|_6^{17.85} + \left(\frac{18}{2}x^2 - \frac{1}{3}x^3\right) \Big|_{17.85}^{17.87} + \left(\frac{0.13}{2}x^2\right) \Big|_{17.87}^{20.15} + \left(\frac{1}{3}x^3 - \frac{20}{2}x^2\right) \Big|_{20.15}^{75}}{0.50x \Big|_6^{17.85} + \left(18x - \frac{1}{2}x^2\right) \Big|_{17.85}^{17.87} + (0.13x) \Big|_{17.87}^{20.15} + \left(\frac{1}{2}x^2 - 20x\right) \Big|_{20.15}^{75}} \\ &= \frac{85735.04}{1514.58} \\ &= 56.61 \end{aligned}$$

Intensitas kerusakan sebesar 56,61 termasuk ke dalam kategori tingkat serangan BERAT. Apabila intensitas kerusakan *P. infestans* tersebut dihitung menggunakan logika tegas sesuai rumus (2.3) maka akan diperoleh hasil sebagai berikut:

$$I = \frac{\sum(U \times V)}{ZN} \times 100$$

$$I = \frac{45}{75} \times 100\%$$

$$I = 60\%$$

Intensitas kerusakan sebesar 60% termasuk ke dalam kategori tingkat serangan BERAT.

Dalam kasus ini, hasil dari perhitungan intensitas kerusakan menggunakan logika *fuzzy* tidak sama dengan menggunakan logika tegas meskipun hasil identifikasi tingkat serangan adalah sama.

Tabel 4.4 Tabel hasil pengujian

Contoh Kasus	I (Mamdani)	I (Logika Tegas)	Tingkat Serangan (Mamdani)	Tingkat Serangan (Logika Tegas)	Sesuai/Tidak Sesuai
I	9.66%	8%	Ringan	Ringan	Sesuai
II	13.07%	48%	Sedang	Berat	Tidak Sesuai
III	56.61%	60%	Berat	Berat	Sesuai

Berdasarkan tabel hasil pengujian, maka tingkat ketepatan identifikasi dengan menggunakan metode *Mamdani* adalah sebagai berikut:

$$\text{Tingkat ketepatan identifikasi (P)} = \frac{\text{Jumlah hasil diagnosa yang sesuai}}{\text{Jumlah keseluruhan percobaan}} \times 100\%$$

$$P = \frac{2}{3} \times 100\%$$

$$P = 67\%$$

Berdasarkan contoh kasus pertama, kedua, dan ketiga, terdapat perbedaan antara hasil perhitungan Intensitas Kerusakan (I) menggunakan metode *Mamdani* dengan perhitungan menggunakan logika tegas. Hal ini disebabkan karena pada metode *Mamdani*, setiap variabel *input* memiliki interval yang kemudian akan diubah ke dalam bentuk derajat keanggotaan. Penggunaan interval tersebut mempengaruhi hasil perhitungan Intensitas Kerusakan yang menjadi acuan dari penentuan tingkat serangan *P. infestans*. Sedangkan untuk perhitungan dengan logika tegas, *input* yang digunakan adalah bilangan tegas (*crisp*), tanpa penggunaan interval.

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

“*Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukurannya.*” (Q.S. Al-Qamar [54]: 49)

Penggunaan fungisida dengan takaran yang sesuai prosedur harus disesuaikan dengan jumlah bercak yang nampak pada setiap pengamatan. Jumlah bercak dan luas sebaran bercak mempengaruhi nilai dari tingkat serangan *P. infestans*. Nilai tersebut akan menjadi acuan apakah serangan telah mencapai ambang kendali diperbolehkannya menggunakan fungisida atau tidak. Pengendalian yang tepat sasaran mengurangi resiko terjadinya kerusakan lingkungan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan identifikasi tingkat serangan dengan menggunakan metode *Mamdani*, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Tingkat keakurasian metode *fuzzy Mamdani* dalam mengidentifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang adalah sebesar 67%.
2. Terdapat perbedaan antara identifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* ketika menggunakan metode *fuzzy Mamdani* jika dibandingkan dengan identifikasi menggunakan logika tegas. Hal ini disebabkan karena pada metode *Mamdani*, setiap variabel *input* memiliki interval yang harus diubah ke dalam bentuk derajat keanggotaan. Penggunaan interval tersebut mempengaruhi hasil perhitungan Intensitas Kerusakan yang menjadi acuan dari penentuan tingkat serangan *P. infestans*. Sedangkan untuk perhitungan dengan logika tegas, *input* yang digunakan adalah bilangan tegas (*crisp*), tanpa penggunaan interval.

#### B. Saran

Adapun saran yang diberikan untuk pengembangan program lebih lanjut adalah sebagai berikut: Metode *fuzzy Mamdani* lebih baik diterapkan ketika merancang sebuah aplikasi identifikasi tingkat serangan *P. Infestans* yang

berbasis citra sehingga *input* yang berupa jumlah bercak dan luas sebaran bercak terhadap luas permukaan daun tersebut tidak perlu dilakukan secara manual sehingga data yang didapatkan akan lebih akurat.





# LAMPIRAN

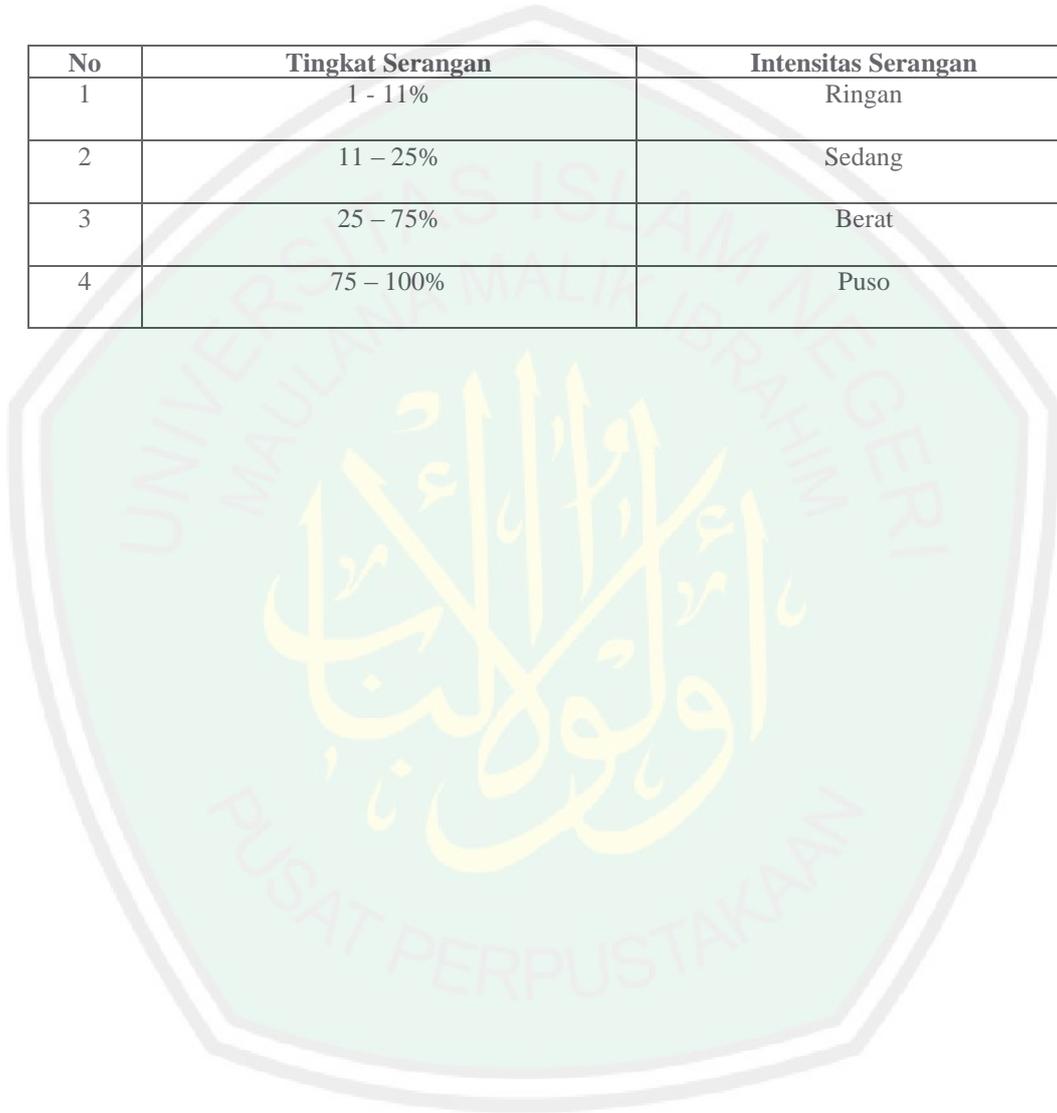
**Lampiran 1.** Tabel perhitungan intensitas kerusakan menggunakan logika tegas

No.	Jumlah Bercak	Jumlah Daun Sakit	Skor	Skor Tertinggi	Jumlah Daun Diamati	P (%)	Kategori
1	20	6	1	5	15	8	Ringan
2	35	12	3	5	15	48	Berat
3	43	15	3	5	15	60	Berat



**Lampiran 2.** Tabel Kategori intensitas serangan untuk jenis penyakit secara umum (berdasarkan logika tegas)

No	Tingkat Serangan	Intensitas Serangan
1	1 - 11%	Ringan
2	11 - 25%	Sedang
3	25 - 75%	Berat
4	75 - 100%	Puso



**Lampiran 3.** Daftar simbol yang digunakan dalam laporan tugas akhir

No	Simbol	Keterangan Simbol
1	$\mu$	Derajat keanggotaan suatu himpunan <i>fuzzy</i>
2	P	Intensitas kerusakan
3	I	Intensitas kerusakan
4	$\alpha$	Nilai keanggotaan nol
5	$\beta$	Titik infleksi
6	$\gamma$	Nilai keanggotaan lengkap
7	$Z^*$	Titik pusat metode <i>centroid</i>
8	X	Jumlah bercak
9	Y	Luas sebaran bercak terhadap permukaan daun

**Lampiran 4.** Daftar singkatan yang digunakan dalam laporan tugas akhir

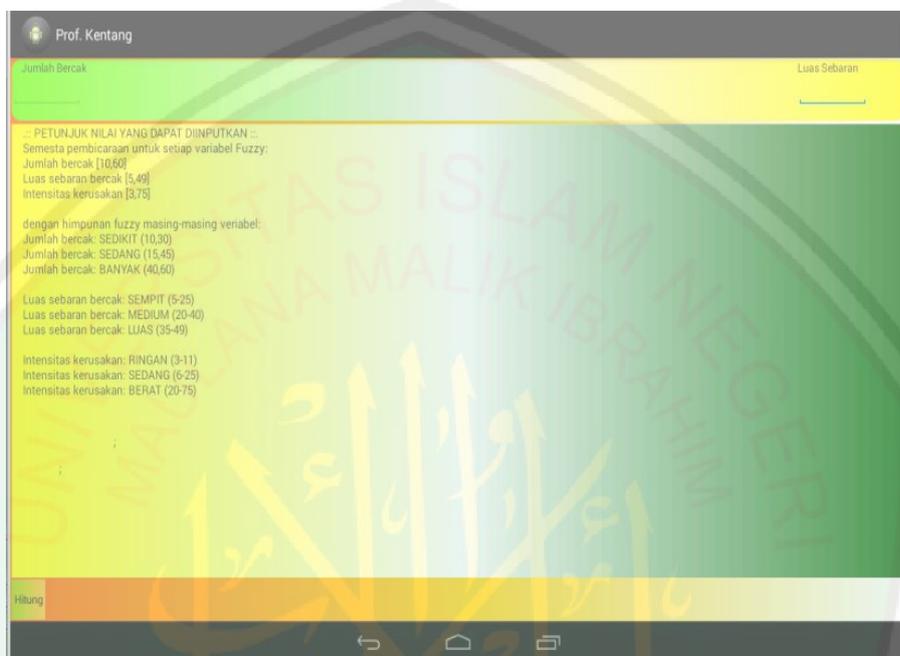
No	Singkatan	Keterangan
1	HPT	Hama dan Penyakit Tanaman
2	LOG	<i>Largest of Maximum</i>
3	Max	<i>Maximum</i>
4	Min	<i>Minimum</i>
5	MOM	<i>Mean of Maximum</i>
6	OPT	Organisme Pengganggu Tumbuhan
7	PHT	Pengendalian Hama Terpadu
8	<i>P. infestans</i>	<i>Phytophthora infestans</i>

**Lampiran 5.** Daftar istilah yang berkaitan dengan ilmu hama dan penyakit tanaman

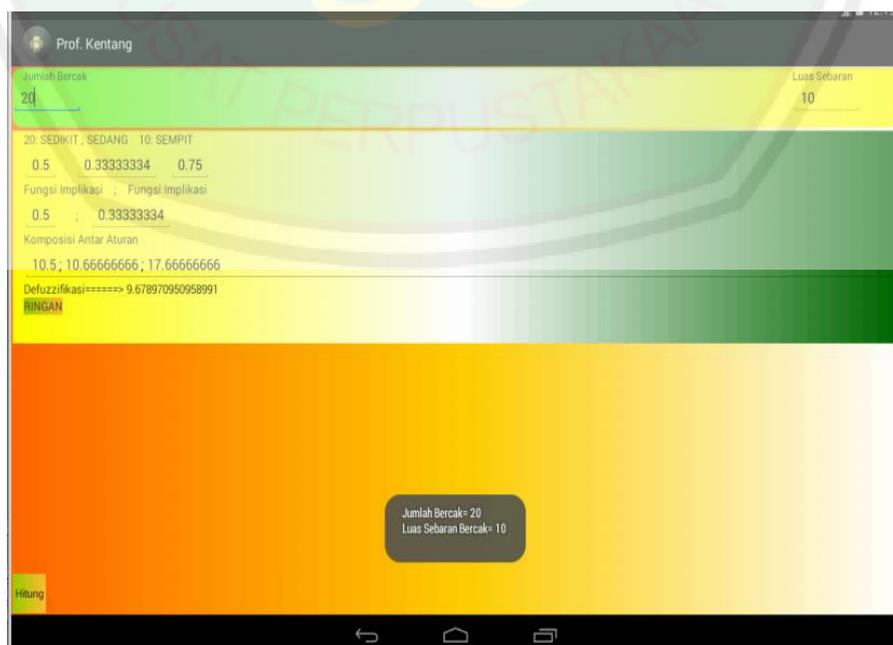
No	Istilah	Keterangan
1	Abiotik	Penyakit yang tidak hidup, tidak menular
2	Biotik	Penyakit yang disebabkan oleh organisme hidup yang dapat menular
3	Epidemi	Wabah penyakit menular yang level kejangkitannya lebih tinggi dari biasanya
4	Fungsida	Senyawa kimia beracun yang digunakan untuk membasmi jamur
5	<i>Haustoria</i>	Organ penyerap makanan dari substrat
6	Inang	Tumbuhan yang menjadi tempat hidup organisme penyebab penyakit pada tumbuhan
7	<i>Interseuler</i>	Prose yang terjadi di dalam sel makhluk hidup
	Hifa	Struktur sel meyerupai benang pembentuk tubuh jamur
8	<i>Konidiofor</i>	Hifa khusus pembentuk konidium
9	<i>Konidium</i>	Spora yang terbentuk tanpa proses pembuahan
10	<i>Miselium</i>	Kumpulan beberapa hifa
11	Nekrotis	Kerusakan/kematian jaringan
12	<i>Oospora</i>	Spora yang terbentuk dari pertemuan antara gamet jantan (anteridium) dan gamet betina (oogonium)
13	Patogen	Organisme yang menyebabkan penyakit pada tanaman inang
14	Pestisida	Bahan kimia sintetik yang digunakan untuk mencegah, membasmi hama pada tanaman
15	<i>Phytopathometry</i>	Metode pengukuran penyakit yang meliputi insiden penyakit, keparahan penyakit, dan pola <i>spatial</i> dari penyakit.
16	<i>Spora</i>	Sel reproduksi aseksual yang dapat berfungsi sebagai alat penyebaran atau pun untuk bertahan hidup
17	<i>Sporangium</i>	Tempat pembentukan spora
18	<i>Stomata</i>	Bentuk tunggal dari stomata (alat pengatur proses transpirasi, fotosintesis, dan respirasi)
19	Virulen	Mikroorganisme yang mampu menyebabkan penyakit

**Lampiran 6.** Interface aplikasi identifikasi tingkat serangan *P. infestans*

**Gambar 1.** Petunjuk nilai yang dapat diinputkan



**Gambar 2.** Hasil identifikasi tingkat serangan *P. infestans* dengan jumlah bercak 10 dan luas sebaran bercak 10%

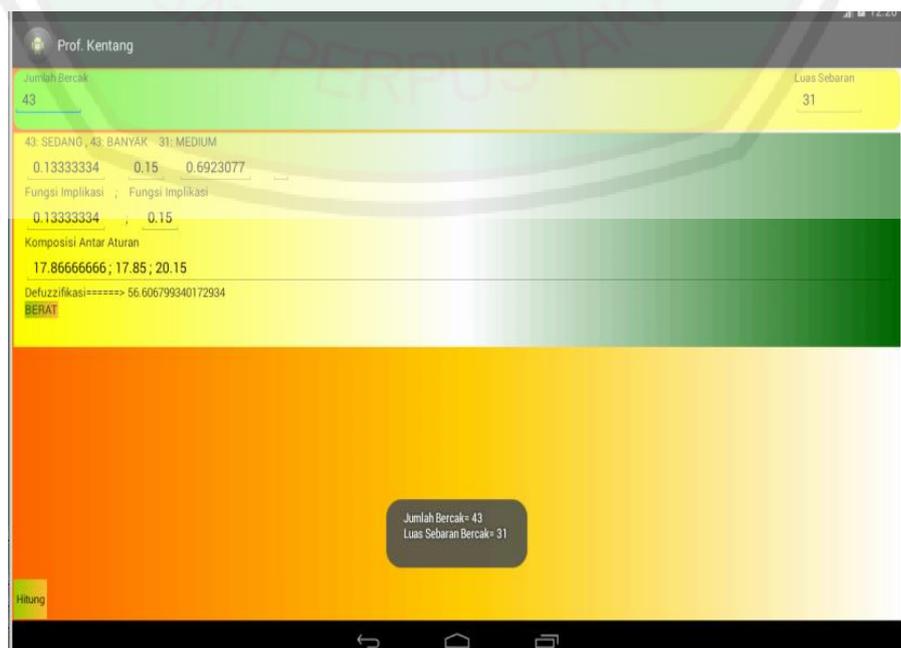


**Lanjutan Lampiran 6.**

**Gambar 3.** Hasil identifikasi tingkat serangan *P. infestans* dengan jumlah bercak 35 dan luas sebaran bercak 23%



**Gambar 4.** Hasil identifikasi tingkat serangan *P. infestans* dengan jumlah bercak 43 dan luas sebaran bercak 31%



**Lampiran 7. Source code implementasi metode Fuzzy Mamdani dalam identifikasi tingkat serangan *P. infestans***

```
package prof.kentang;

import android.app.Activity;
import android.os.Bundle;
import android.view.View;
import android.widget.Button;
import android.widget.EditText;
import android.widget.TextView;
import android.widget.Toast;

public class FuzzyMamdani extends Activity{
    protected EditText mX, mY, mHimp, mHimpY, mRule, mRuleY, mImpli,mImpliY,
    mKomp;
    protected TextView mDefuzzi,mKomposisi, mDerajat, mDerajatY, mImplikasi,
    mImplikasiY, mLevel;
    protected Button mOke;

    public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.level_fix);

        mX = (EditText) findViewById(R.id.editX);
        mY = (EditText) findViewById(R.id.editY);
        mDerajat = (TextView) findViewById(R.id.textView3);
        mDerajatY = (TextView) findViewById(R.id.textView3a);
        mHimp = (EditText) findViewById(R.id.edDrjt);
        mHimpY = (EditText) findViewById(R.id.edDrjtY);
        mRule = (EditText) findViewById(R.id.edRuleX);
        mRuleY = (EditText) findViewById(R.id.edRuleY);
        mImplikasi = (TextView) findViewById(R.id.textView5);
        mImplikasiY = (TextView) findViewById(R.id.textView5a);
        mImpli = (EditText) findViewById(R.id.edImpli);
        mImpliY = (EditText) findViewById(R.id.edImpliY);
        mKomposisi = (TextView) findViewById(R.id.textView6);
        mKomp = (EditText) findViewById(R.id.edKomp);
        mDefuzzi = (TextView) findViewById(R.id.textView7);
        mLevel = (TextView) findViewById(R.id.textView8);

        mOke = (Button) findViewById(R.id.tbloke);

        String note = ">::: PETUNJUK NILAI YANG DAPAT DIINPUTKAN ::: \n" +
            "Semesta pembicaraan untuk setiap variabel Fuzzy: \n" +
            "Jumlah bercak [10,60]\n" +
            "Luas sebaran bercak [5,49]\n" +
            "Intensitas kerusakan [3,75]\n" +
            "\n" +
            "dengan himpunan fuzzy masing-masing variabel: \n" +
            "Jumlah bercak: SEDIKIT (10,30)\n" +
            "Jumlah bercak: SEDANG (15,45)\n" +
            "Jumlah bercak: BANYAK (40,60)\n" +
            "\n" +
            "Luas sebaran bercak: SEMPIT (5-25)\n" +
            "Luas sebaran bercak: MEDIUM (20-40)\n" +
            "Luas sebaran bercak: LUAS (35-49)\n" +
            "\n" +
            "Intensitas kerusakan: RINGAN (3-11)\n" +
            "Intensitas kerusakan: SEDANG (6-25)\n" +
            "Intensitas kerusakan: BERAT (20-75)";

        mDerajat.setText(note);
        mRule.setAlpha(0);
        mImplikasi.setAlpha(0);
        mKomposisi.setAlpha(0);
        mDefuzzi.setAlpha(0);
    }
}
```

## Lanjutan Lampiran 7.

```
registerButtonListenerAndSetDefaultText();
}
private void registerButtonListenerAndSetDefaultText(){
    mOke.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {

        @Override
        public void onClick(View view) {
            // TODO Auto-generated method stub
            hitungDegree();
            setResult(RESULT_OK);
        }
    });
}

public void bersihkan(){
    mDerajat.setText(" ");
    mHimp.setText(" ");
    mHimpY.setText(" ");
    mRule.setText(" ");
    mRuleY.setText(" ");
    mImpli.setText(" ");
    mImpliY.setText(" ");
    mDefuzzi.setText(" ");
    mLevel.setText(" ");
}

public void hitungDegree(){
    bersihkan();
    float minSdkt = 10;
    float maxSdkt = 30;
    float minSdg = 15;
    float tnggSdg = 30;
    float maxSdg = 45;
    float minBnyk = 40;
    float maxBnyk = 60;

    float minSempit = 5;
    float maxSempit = 25;
    float minMedium = 20;
    float tnggMedium = 27;
    float maxMedium = 40;
    float minLuas = 35;
    float maxLuas = 49;

    {

        int x = Integer.parseInt(mX.getText().toString());
        int y = Integer.parseInt(mY.getText().toString());
        mDerajat.setAlpha(1);
        mImplikasi.setAlpha(1);
        mImplikasiY.setAlpha(1);
        mKomposisi.setAlpha(1);
        mKomp.setAlpha(1);
        mDefuzzi.setAlpha(1);
        mImpli.setAlpha(1);
        mImpliY.setAlpha(1);

        float mSdkt = (maxSdkt-x)/(maxSdkt-minSdkt);
        float mSdg = (x-minSdg)/(tnggSdg-minSdg);
        float mSdg1 = (maxSdg-x)/(maxSdg-tnggSdg);
        float mByk = (x-minBnyk)/(maxBnyk-minBnyk);
        float mSmpt = (maxSempit-y)/(maxSempit-minSempit);
        float mMed = (y-minMedium)/(tnggMedium-minMedium);
        float mMed1 = (maxMedium-y)/(maxMedium-tnggMedium);
        float mLuas = (y-minLuas)/(maxLuas-minLuas);
```

## Lanjutan Lampiran 7.

```
String a = "SEDIKIT";
String b = "SEDANG";
String c = "BANYAK";

String a1 = "SEMPIT";
String b1 = "MEDIUM";
String c1 = "LUAS";

//=====
=====//
    if( (x<minSdkt || x>maxBnyk)|| (y<minSempit || y>maxLuas))
    {
        Toast.makeText(this, "Out of range ", Toast.LENGTH_LONG).show();
        bersihkan();
        return;
    }

//=====PEMBENTUKAN HIMPUNAN=====
    Toast.makeText(this, "Jumlah Bercak= " + x + "\n"+
        "Luas Sebaran Bercak= " + y + "\n",
Toast.LENGTH_LONG).show();
    if(x >= 10 && x <15)
    {
        mDerajat.setText(x+ ": " + a);
        mHimp.setAlpha(1);
        mHimp.setText(Float.toString(mSdkt));
    }
    else if(x >=15 && x<=30)
    {
mDerajat.setText(x+ ": " + a + " "; " + b);
        mHimp.setAlpha(1);
        mHimp.setText(Float.toString(mSdkt));
        mRule.setAlpha(1);
        mRule.setText(Float.toString(mSdg));
    }
    else if(x>30 && x<40)
    {
        mDerajat.setText(x+ ": " + b);
        mHimp.setAlpha(1);
        mHimp.setText(Float.toString(mSdg1));
    }
    else if(x>=40 && x<=60)
    {
        if(x==40 || x<=45)
        {
            mDerajat.setText(x+ ": " + b + " , " + x + ": " + c);
            mHimp.setAlpha(1);
            mHimp.setText(Float.toString(mSdg1));
        }
    }
mRule.setAlpha(1);
    mRule.setText(Float.toString(mByk));
}

//=====
    if(y >= 5 && y <20)
    {
        mDerajatY.setAlpha(1);
        mDerajatY.setText(y+ ": " + a1);
        mHimpY.setAlpha(1);
        mHimpY.setText(Float.toString(mSmpt));
    }
    else if(y >=20 && y<=25)
    {
```

## Lanjutan Lampiran 7.

```
mDerajatY.setAlpha(1);
    mDerajatY.setText(y+ ": " + a1 +" ; " + y + ": " + b1);
    mHimpY.setAlpha(1);
    mHimpY.setText(Float.toString(mSmpt));
    mRuleY.setAlpha(1);
    mRuleY.setText(Float.toString(mMed));
}

else if(y>25 && y<35)
{
mDerajatY.setAlpha(1);
mDerajatY.setText(y+ ": " + b1);
mHimpY.setAlpha(1);
mHimpY.setText(Float.toString(mMed1));
}
else if(y>=35 && y<=49)
{
    if(y==35 || y<=40)
    {
        mDerajatY.setText(y+ ": " + b1);
        mHimpY.setAlpha(1);
        mHimpY.setText(Float.toString(mMed1));
    }
    mDerajatY.setAlpha(1);
    mDerajatY.setText(y+ ": " + c1);
    mRuleY.setAlpha(1);
    mRuleY.setText(Float.toString(mLuas));
}

//=====DOMAIN INTENSITAS KERUSAKAN=====
double min_ringan = 3;
double max_ringan = 11;
double min_sedang = 6;
double tengah_sdg = 18;
double max_sedang = 25;
double min_berat = 20;
double max_berat = 75;

//=====FUNGSI IMPLIKASI=====
//=====CONTOH KASUS I
if (((x<=30 && x>=10) && (y<=25 && y>=5)) && ((x<=45 && x>=15) && (y<=25 &&
y>=5))) {
    double sedikit = Double.parseDouble(mHimp.getText().toString());
    double sedang = Double.parseDouble(mRule.getText().toString());
    double sempit = Double.parseDouble(mHimpY.getText().toString());

    if (sedikit < sempit)
    {
        mImpli.setText(Double.toString(sedikit));
    }
    else
    {
        mImpli.setText(Double.toString(sempit));
    }
    //=====
if(sedang < sempit)
    {
        mImpliY.setText(Double.toString(sedang));
    }
    else if (sedang > sempit)
    {
        mImpliY.setText(Double.toString(sempit));
    }
}
```

## Lanjutan Lampiran 7.

```
        else if(mSdg1 < mSmpt)
        {
            mImpliY.setText(Double.toString(mSdg1));
        }
    else if (mSdg1 > mSmpt)
    {
        mImpliY.setText(Double.toString(mSmpt));
    }
}

//=====KOMPOSISI ATURAN=====
double aPredikat1 =
Double.parseDouble(mImpli.getText().toString());
double aPredikat2 =
Double.parseDouble(mImpliY.getText().toString());

//titik potong antar aturan
double tp1 = max_ringan - aPredikat1;
double tp2 = max_ringan - aPredikat2;
double tp3 = tengah_sdg - aPredikat2;

mKomp.setText(Double.toString(tp1) + " ; " +
Double.toString(tp2) + " ; " + Double.toString(tp3));
//=====DEFUZZIFIKASI=====
double satu = 1;
double d1 = (aPredikat1/2*tp1*tp1)-
(aPredikat1/2*min_ringan*min_ringan);
double d2 = ((max_ringan/2*tp2*tp2)-(satu/3*tp2*tp2*tp2))-
((max_ringan/2*tp1*tp1)-(satu/3*tp1*tp1*tp1));
double d3 = (aPredikat2/2*tp3*tp3)-(aPredikat2/2*tp2*tp2);
double d4 = ((tengah_sdg/2*tengah_sdg*tengah_sdg)-
(satu/3*tengah_sdg*tengah_sdg*tengah_sdg))-((tengah_sdg/2*tp3*tp3)-
(satu/3*tp3*tp3*tp3));

double de1 = (aPredikat1*tp1)-(aPredikat1*min_ringan);
double de2 = ((max_ringan*tp2)-(satu/2*tp2*tp2))-
((max_ringan*tp1)-(satu/2*tp1*tp1));
double de3 = (aPredikat2*tp3)-(aPredikat2*tp2);
double de4 = ((tengah_sdg*tengah_sdg)-
(satu/2*tengah_sdg*tengah_sdg))-((tengah_sdg*tp3)-(satu/2*tp3*tp3));

double def = (d1 + d2 + d3 + d4)/(de1 + de2 + de3 + de4);
mDefuzzi.setText("Defuzzifikasi=====> " + def);

mLevel.setAlpha(1);
double z = def;

if(z >= 3 && z <11)
{
    mLevel.setText("RINGAN");
}
else if(z >=11 && z<=25)
{
    mLevel.setText("SEDANG");
}
else
{
    mLevel.setText("BERAT");
}

//hasil defuzzi=9,68
}
```

## Lanjutan Lampiran 7.

```
//=====CONTOH KASUS II
    if (((x<=45 && x>=15)&&(y<=25 && y>=5))&&((x<=45 && x>=15)&&(y<=40 &&
y>=20))) {
        double sedang = Double.parseDouble(mHimp.getText().toString());
        double sempit = Double.parseDouble(mHimpY.getText().toString());
        double medium = Double.parseDouble(mRuleY.getText().toString());

        if(sedang < sempit)
        {
            mImpli.setText(Double.toString(sedang));
        }
        else if (sedang > sempit)
        {
            mImpli.setText(Double.toString(sempit));
        }
        //=====
        if(sedang < medium)
        {
            mImpliY.setText(Double.toString(sedang));
        }
        else if (sedang > medium)
        {
            mImpliY.setText(Double.toString(medium));
        }
        //=====KOMPOSISI ATURAN=====
        double aPredikat1 = Double.parseDouble(mImpli.getText().toString());
        double aPredikat2 =
        Double.parseDouble(mImpliY.getText().toString());

        //titik potong antar aturan
        double tp1 = tengah_sdg - aPredikat1;
        double tp2 = tengah_sdg - aPredikat2;

        mKomp.setText(Double.toString(tp1) + " ; " +
        Double.toString(tp2));
        //=====DEFUZZIFIKASI=====
        double satu = 1;
        double d1 = (aPredikat2/2*tp2*tp2) -
(aPredikat2/2*min_sedang*min_sedang);
        double d2 = ((tengah_sdg/2*tp1*tp1) - (satu/3*tp1*tp1*tp1)) -
((tengah_sdg/2*tp2*tp2) - (satu/3*tp2*tp2*tp2));
        double d3 = (aPredikat1/2*max_sedang*max_sedang) -
(aPredikat1/2*tp1*tp1);
        double de1 = (aPredikat2*tp2) - (aPredikat2*min_sedang);
        double de2 = ((tengah_sdg*tp1) - (satu/2*tp1*tp1)) -
((tengah_sdg*tp2) - (satu/2*tp2*tp2));
        double de3 = (aPredikat1*max_sedang) - (aPredikat1*tp1);

        double def = (d1 + d2 + d3)/(de1 + de2 + de3);
        mDefuzzi.setText("Defuzzifikasi=====> " + def);

        mLevel.setAlpha(1);

        double z = def;
        if(z >= 3 && z <11)
        {
            mLevel.setText("RINGAN");
        }
        else if(z >=11 && z <=25)
        {
            mLevel.setText("SEDANG");
        }
    }
}
```

## Lanjutan Lampiran 7.

```
        else
        {
            mLevel.setText("BERAT");
        }
        //hasil defuzzi=13.07
    }

//=====CONTOH KASUS III
    if (((x<=45 && x>=15)&&(y<=40 && y>=20))&&((x<=60 && x>=40) && (y<=40 &&
y>=20))) {
        double sedang = Double.parseDouble(mHimp.getText().toString());
        double banyak = Double.parseDouble(mRule.getText().toString());
        double medium = Double.parseDouble(mHimpY.getText().toString());

        if(sedang < medium)
        {
            mImpli.setText(Double.toString(sedang));
        }
        else if (sedang > medium)
        {
            mImpli.setText(Double.toString(medium));
        }
    }
//=====
    if (medium < banyak)
    {
        mImpliY.setText(Double.toString(medium));
    }
    else if (medium > mByk)
    {
        mImpliY.setText(Double.toString(banyak));
    }
}

//=====KOMPOSISI ATURAN=====
double aPredikat1 = Double.parseDouble(mImpli.getText().toString());
double aPredikat2 = Double.parseDouble(mImpliY.getText().toString());
//titik potong antar aturan
double tp1 = tengah_sdg - aPredikat1;
double tp2 = tengah_sdg - aPredikat2;
double tp3 = min_berat + aPredikat2;

mKomp.setText(Double.toString(tp1) + " ; " +
Double.toString(tp2) + " ; " + Double.toString(tp3));
//=====DEFUZZIFIKASI=====
double satu = 1;
double d1 = (aPredikat2/2*tp2*tp2) -
(aPredikat2/2*min_sedang*min_sedang);
double d2 = ((tengah_sdg/2*tp1*tp1) - (satu/3*tp1*tp1*tp1)) -
((tengah_sdg/2*tp2*tp2) - (satu/3*tp2*tp2*tp2));
double d3 = (aPredikat1/2*tp3*tp3) - (aPredikat1/2*tp1*tp1);
double d4a = ((satu/3*max_berat*max_berat*max_berat) -
(min_berat/2*max_berat*max_berat));
double d4b = ((satu/3*tp3*tp3*tp3) - (min_berat/2*tp3*tp3));
double d4 = d4a-d4b;

double de1 = (aPredikat2*tp2) - (aPredikat2*min_sedang);
double de2 = ((tengah_sdg*tp1) - (satu/2*tp1*tp1)) -
((tengah_sdg*tp2) - (satu/2*tp2*tp2));
double de3 = (aPredikat1*tp3) - (aPredikat1*tp1);
double de4a = ((satu/2*max_berat*max_berat) -
(min_berat*max_berat));
```

## Lanjutan Lampiran 7.

```
double de4b = ((satu/2*tp3*tp3)-(min_berat*tp3));
double de4 = de4a-de4b;

double def = (d1 + d2 + d3 + d4)/(de1 + de2 + de3 + de4);
mDefuzzi.setText("Defuzzifikasi=====> " + def);

mLevel.setAlpha(1);

double z = def;

if(z >= 3 && z <11)
{
mLevel.setText("RINGAN");
}
else if(z >=11 && z <=25)
{
mLevel.setText("SEDANG");
}
else
{
mLevel.setText("BERAT");
}
}
}
}
```

## DAFTAR PUSTAKA

- Asaad, Muh., Warda, Lologau, A. Baso. 2010. Kajian Pengendalian Terpadu Hama dan Penyakit Utama pada Kentang Tropika di Sulawesi Selatan. Posiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEJ dan PFJ XX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan.  
<http://www.peipfi-komdasulsel.org/wp-content/uploads/2011/06/298-307-KAJIAN-PENGENDALIAN-TERPADU-M-ASAAD-2-Kentang.pdf> (diunduh pada tanggal 15 November 2013).
- Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura. 2008. Pengenalan dan Pengendalian Hama Tanaman Sayuran Prioritas. Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura, Direktorat Jenderal Hortikultura.  
[http://ditlin.hortikultura.deptan.go.id/images/data/pdf/buku\\_sayur2.pdf](http://ditlin.hortikultura.deptan.go.id/images/data/pdf/buku_sayur2.pdf) ).
- Ditlinhorti. 2013. Busuk Daun (Hawar Daun) (Late Blight) *Phytophthora infestans* (Mont.) dBy. Jakarta: Direktorat Perlindungan Hortikultura.  
[http://ditlin.hortikultura.deptan.go.id/index.php?option=com\\_content&view=article&id=103&Itemid=226](http://ditlin.hortikultura.deptan.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=226) (diunduh pada tanggal 13 September 2013).
- Duriat, A.S., Gunawan, Oni., Gunaeni, Neni. 2006. Penerapan Teknologi PHT pada Tanaman Kentang, Monografi No. 28, ISBN: 979-8304-50-0. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.  
<http://balitsa.litbang.deptan.go.id/ind/index.php/direktori-file/category/> (diunduh pada tanggal 14 November 2013).
- Farida, Afifah. 2011. Penanganan Penyimpanan Kentang Bibit (*Solanum tuberosum* L.) di Hikmah Farm Pengalengan Bandung Jawa Barat. Skripsi Diterbitkan. Bogor: Departemen Agronomi dan Hortikultura Institut Pertanian Bogor.  
<http://dosen.narotama.ac.id/wp-content/uploads/2012/03/Penanganan-penyimpanan-kentang-bibit.pdf> (diunduh pada tanggal 07 Mei 2014).
- Kusumadewi. 2002. Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya). Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Negnevitsky, Michael. 2005. *Artificial Intelligence, A Guide to Intelligent Systems*. England: Addison Wesley.
- Nurhayati. 2011. Epidemiologi Penyakit Tumbuhan. Palembang: Penerbit Universitas Sriwijaya.
- Puslitbang Hortikultura. 2013. Budidaya Tanaman Kentang. Jakarta Selatan: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura.  
[http://hortikultura.litbang.deptan.go.id/index.php?bawaan=berita/fullteks\\_berita&id=449](http://hortikultura.litbang.deptan.go.id/index.php?bawaan=berita/fullteks_berita&id=449) (diunduh pada tanggal 25 Januari 2014).
- Rizkyarti, Adisti. 2010. Dasar Proteksi Tanaman, Perhitungan Intensitas Penyakit. Laporan praktikum Diterbitkan. Bogor: Departemen Proteksi Tanaman Institut Pertanian Bogor.

Riley, M.b., M.R. Williamson., O. Maloy. 2002. Plant Disease Diagnosis, The Plant Health Instructor, DOI: 10.1094/PHI-I-2002-1021-01.

<https://www.apsnet.org/edcenter/intropp/topics/Pages/PlantDiseaseDiagnosis.aspx>  
(diunduh pada tanggal 02 November 2013).

Semangun, Haryono. 2007. Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Shihab, M. Quraish. 1998. Wawasan Al-Quran Tafsir Maudhu'i atas Pelbagai Persoalan Umat. Bandung: Penerbit Mizan.

<http://media.isnet.org/Islam/Quraish/Wawasan/Adil1.html>

Wulandari, Yogawati. 2011. Aplikasi Metode Mamdani dalam Penentuan Status Gizi dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) Menggunakan Logika Fuzzy. Skripsi Diterbitkan. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Negeri Yogyakarta.

[http://eprints.uny.ac.id/2295/1/YOGAWATI\\_WULANDARI\\_07305144006.pdf](http://eprints.uny.ac.id/2295/1/YOGAWATI_WULANDARI_07305144006.pdf) (diunduh pada tanggal 18 Maret 2014).

Yulimasni, 2004. Serangan Penyakit Busuk Daun (Phytophthora infestans Mont de Barry) pada 14 Klon/Varietas Unggul Kentang di Alahan Panjang Sumatera Barat. Sumatera Barat: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat.

<http://sumbar.litbang.deptan.go.id/ind/images/pdf/hptkentang.pdf> (diunduh pada tanggal 12 Maret 2014).

# IDENTIFIKASI TINGKAT SERANGAN PENYAKIT BUSUK DAUN (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) PADA TANAMAN KENTANG MENGUNAKAN METODE FUZZY MAMDANI BERBASIS ANDROID

Rezki Ramdhani

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Saintek, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang  
Jl. Gajayana 50 Malang 65144

## ABSTRAK

Pengendalian terhadap serangan *Phytophthora infestans* menggunakan zat kimiawi seperti fungisida harus dilakukan secara bijaksana untuk menghindari dampak negatif zat tersebut terhadap lingkungan. Pengendalian dapat dilakukan apabila intensitas serangan telah mencapai ambang kendali. Untuk melakukan identifikasi tingkat serangan *P. Infestans* maka digunakan metode *Fuzzy Mamdani* yang terdiri dari empat tahapan, yaitu pembentukan himpunan *fuzzy*, aplikasi fungsi implikasi dengan metode *Minimum*, komposisi aturan dengan metode *Maximum*, dan defuzzifikasi (penegasan). Terdapat perbedaan antara hasil perhitungan intensitas kerusakan *P. Infestans* menggunakan metode *Mamdani* dengan perhitungan menggunakan logika tegas yang berpengaruh terhadap hasil identifikasi tingkat serangan. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka penggunaan metode *fuzzy Mamdani* dalam mengidentifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang memiliki tingkat keakurasian sebesar 67%.

**Kata kunci:** metode *Fuzzy Mamdani*, himpunan *fuzzy*, defuzzifikasi, tingkat serangan

## I. PENDAHULUAN

Salah satu patogen penting yang sering menyerang tanaman kentang adalah *Phytophthora infestans*. Patogen ini merupakan cendawan yang hidup di dalam benih umbi yang sakit, yang jika umbi tersebut ditanam, maka cendawan tersebut akan membentuk *konidium* pada tunas muda. Jika *konidium* tersebut terpancarkan oleh angin, maka akan tersebar ke tanaman kentang lainnya.

Gejala dan tanda yang dapat menjadi petunjuk bahwa suatu tanaman kentang terserang *Phytophthora infestans* adalah pada daun kentang tersebut terdapat luka

yang menimbulkan bercak-bercak nekrotis pada tepi dan ujungnya (Semangun, 2007). Penggunaan fungisida yang berlebihan tanpa memperhatikan batas ambang kendali dalam mengendalikan serangan *Phytophthora infestans* akan memberikan dampak yang merugikan bagi ekosistem yaitu lingkungan, musuh alami, dan manusia.

Intensitas kerusakan dihitung untuk dapat menentukan apakah tingkat serangan dari *P. infestans* sudah mencapai ambang kendali. Untuk menghitung intensitas kerusakan daun oleh serangan *P. infestans*

dapat digunakan rumus (Asaad, dkk, 2010:301):

$$I = \frac{\Sigma(U \times V)}{ZN} \times 100\%$$

dimana I = intensitas kerusakan, U = jumlah tanaman yang terserang untuk setiap tingkat kerusakan daun, V = Nilai skala dari setiap tingkat kerusakan daun, Z = nilai skala tertinggi, N = jumlah tanaman yang diamati.

Identifikasi tingkat serangan *P. infestans* dilakukan metode *fuzzy Mamdani*. Ada empat tahap yang dilakukan dalam metode ini, yaitu pembentukan himpunan *fuzzy*, aplikasi fungsi implikasi, komposisi aturan, dan defuzzifikasi.

## II. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Perancangan dimulai dengan beberapa tahap, yaitu:

### 1. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*.

Berikut adalah semesta pembicaraan untuk setiap variabel *fuzzy* yang digunakan untuk identifikasi tingkat kerusakan serangan *P. infestans* pada daun kentang:

**Tabel 1.** Semesta pembicaraan untuk setiap variabel *fuzzy*

Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan
<i>Input</i>	Jumlah bercak	[10, 60]
	Luas sebaran bercak	[5, 49]
<i>Output</i>	Intensitas kerusakan	[3, 75]

Adapun perancangan himpunan *fuzzy* pada identifikasi tingkat kerusakan serangan *P. infestans* pada daun kentang sebagai berikut:

**Tabel 2.** Tabel himpunan *fuzzy*

Variabel	Himpunan	Domain	Parameter
Jumlah bercak	Sedikit	10 - 30	(0, 10, 30)
	Sedang	15 - 45	(15, 30, 45)
	Banyak	40 - 60	(40, 50, 60)
Luas sebaran bercak	Sempit	5 - 25	(0, 5, 25)
	Medium	20 - 40	(20, 27, 40)
	Luas	35 - 49	(35, 45, 49)
Intensitas Kerusakan	Ringan	3 - 11	(0, 3, 11)
	Sedang	6 - 25	(6, 18, 25)
	Berat	20 - 75	(20, 50, 75)

### 2. Aplikasi Fungsi Implikasi.

Setelah tahap pertama, yaitu pembentukan himpunan *fuzzy* selesai, maka tahap selanjutnya yang harus dilakukan adalah pembentukan aturan *fuzzy*. Aturan-aturan ini dibentuk untuk

menyatakan relasi antara *input* dan *output*.

**Tabel 3.** Aturan-aturan dalam penentuan intensitas kerusakan

		Luas sebaran bercak		
		Sempit	Medium	Luas
Jumlah bercak	Sedikit	Ringan	Ringan	Ringan
	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
	Banyak	Berat	Berat	Berat

### 3. Komposisi Aturan

Pada langkah ini digunakan fungsi MAX, yaitu mengambil derajat keanggotaan maksimum dari setiap konsekuen aplikasi fungsi implikasi dan menggabungkan dari semua kesimpulan masing-masing aturan.

Jika contoh kasus yang diambil adalah contoh kasus I dimana jumlah bercak 20 dan luas sebaran bercak 10%, maka jumlah bercak 20 termasuk dalam himpunan *fuzzy* SEDIKIT dengan derajat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{Sedikit} = \begin{cases} 1 & ; x \leq 10 \\ \frac{30-x}{30-10} & ; 10 \leq x \leq 30 \\ 0 & ; x \geq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 15 \\ \frac{x-15}{30-15} & ; 15 \leq x \leq 30 \\ \frac{45-x}{45-30} & ; 30 \leq x \leq 45 \\ 0 & ; x \geq 45 \end{cases}$$

sehingga diperoleh:

$$\mu_{Sedikit}[45] = \frac{30-20}{30-10} = 0.50$$

dan juga termasuk dalam himpunan *fuzzy* SEDANG dengan derajat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{Sedang}[20] = \frac{20-15}{15} = 0.33$$

$$\mu_{Banyak}[20] = 0.00$$

Dengan demikian, solusi *fuzzy* yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_{sf}(x) &= \text{maks}\{\mu_{ringan}(x), \mu_{sedang}(x)\} \\ &= \text{maks}\{0.50, 0.33\} \end{aligned}$$

Titik potong antara aturan pertama dan aturan kedua adalah ketika

$$\mu_{RINGAN}(x) = \mu_{SEDANG}(x), \text{ yaitu:}$$

$$11 - x = 0.50$$

$$\Leftrightarrow x = 11 - 0.50$$

$$\Leftrightarrow x = 10.50$$

Ketika  $\mu_{IntensitasKerusakanSEDANG}(x) = 0.33$ , maka nilai x adalah:

$$18 - x = 0.33$$

$$\Leftrightarrow x = 18 - 0.33$$

$$\Leftrightarrow x = 17.67$$

sehingga didapat fungsi keanggotaan daerah solusi sebagai berikut:

$$\mu_{Intensitas} = \begin{cases} 0.50 & ; 3 \leq x \leq 10.50 \\ 11 - x & ; 10.50 \leq x \leq 10.67 \\ 0.33 & ; 10.67 \leq x \leq 17.67 \\ 18 - x & ; 17.67 \leq x \leq 18 \end{cases}$$

4. Penegasan (Defuzzifikasi)

Defuzzifikasi yang digunakan dalam menentukan intensitas kerusakan adalah dengan metode *centroid*. Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat ( $z_0$ ) daerah *fuzzy*.

Secara umum dirumuskan:

$$z_0 = \frac{\int_a^b \mu(z) dz}{\int_a^b \mu(z) dz}$$

untuk *domain* kontinyu, dengan  $z_0$  adalah nilai hasil defuzzifikasi dan  $\mu(z)$  adalah derajat keanggotaan titik tersebut, sedangkan  $Z$  adalah nilai domain ke-i.

Defuzzifikasi yang diperoleh berdasarkan hasil komposisi aturan pada kasus jumlah bercak 20 dan luas sebaran bercak 10% adalah:

$$x = \frac{\int_3^6 (0.50)x dx + \int_3^{11} (11-x)x dx + \int_3^6 (0.50)dx + \int_6^{11} (11-x)dx + \int_{11}^{18} (0.33)dx + \int_{18}^{25} (18-x) dx}{\int_{11}^{18} 0.33dx + \int_{18}^{25} (18-x)dx}$$

$$x = \frac{59.76}{8.18}$$

$$x = 9.66$$

Adapun tahapan yang dilakukan dalam mengidentifikasi tingkat serangan *P. infestans* digambarkan dengan bagan alir berikut:



Gambar 1 Bagan alir proses identifikasi tingkat serangan *P. infestans*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk pengujian, diambil tiga contoh kasus.

Tabel 4. Contoh kasus proses identifikasi tingkat serangan *P. infestans*

Kasus	Jumlah Bercak	Luas Sebaran Bercak
I	20	10
II	35	23
III	43	31

Berdasarkan contoh kasus pertama, kedua, dan ketiga, terdapat perbedaan antara hasil perhitungan Intensitas Kerusakan (I) menggunakan metode *Mamdani* dengan perhitungan menggunakan logika tegas. Hal ini disebabkan karena pada metode *Mamdani*, setiap variabel *input* memiliki interval yang kemudian akan

diubah ke dalam bentuk derajat keanggotaan. Penggunaan interval tersebut mempengaruhi hasil perhitungan Intensitas Kerusakan yang menjadi acuan dari penentuan tingkat serangan *P. infestans*. Sedangkan untuk perhitungan dengan logika tegas, *input* yang digunakan adalah bilangan tegas (*crisp*), tanpa penggunaan interval.

**Tabel 5.** Tabel hasil pengujian

Uji Coba	I (M)	I (LT)	TS (M)	TS (LT)
I	9.66%	8%	Ringan	Ringan
II	13.07%	48%	Sedang	Berat
III	56.61%	60%	Berat	Berat

Keterangan: I = Intensitas kerusakan, M = Mamdani, LT = Logika Tegas, TS = Tingkat Serangan.

Berdasarkan tabel hasil pengujian, maka tingkat ketepatan identifikasi dengan menggunakan metode *Mamdani* adalah sebagai berikut:

Tingkat ketepatan identifikasi ( $P$ ) =

$$\frac{\text{Jumlah hasil diagnosa yang sesuai}}{\text{Jumlah keseluruhan percobaan}} \times 100\%$$

$$P = \frac{2}{3} \times 100\%$$

$$P = 67\%$$

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan identifikasi tingkat serangan dengan menggunakan metode *Mamdani*, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Tingkat keakurasian metode *fuzzy Mamdani* dalam mengidentifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang adalah sebesar 67%.
2. Terdapat perbedaan antara identifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* ketika menggunakan metode *fuzzy Mamdani* jika dibandingkan dengan identifikasi menggunakan logika tegas. Hal ini disebabkan karena pada metode *Mamdani*, setiap variabel *input* memiliki interval yang harus diubah ke dalam bentuk derajat keanggotaan. Penggunaan interval tersebut mempengaruhi hasil perhitungan Intensitas Kerusakan yang menjadi acuan dari penentuan tingkat serangan *P. infestans*. Sedangkan untuk perhitungan dengan logika tegas, *input* yang digunakan adalah bilangan tegas (*crisp*), tanpa penggunaan interval.

## V. DAFTAR PUSTAKA

Asaad, Muh., Warda, Lologau, A. Baso. 2010. Kajian Pengendalian Terpadu Hama dan Penyakit Utama pada Kentang Tropika di Sulawesi Selatan. Posiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEJ dan PFJ XX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan.

<http://www.peipfi-komdasulsel.org/wp-content/uploads/2011/06/298-307-KAJIAN-PENGENDALIAN-TERPADU-M-ASAAD-2-Kentang.pdf> (diunduh pada tanggal 15 November 2013).

Duriat, A.S., Gunawan, Oni., Gunaeni, Neni. 2006. Penerapan Teknologi PHT pada Tanaman Kentang, Monografi No. 28, ISBN: 979-8304-50-0. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.

Kusumadewi. 2002. Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya). Graha Ilmu: Yogyakarta.  
<http://balitsa.litbang.deptan.go.id/ind/index.php/direktori-file/category/> (diunduh pada tanggal 14 November 2013).

Semangun, Haryono. 2007. Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.



**IDENTIFIKASI TINGKAT SERANGAN PENYAKIT BUSUK  
DAUN (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) PADA  
TANAMAN KENTANG MENGGUNAKAN  
METODE *FUZZY MAMDANI*  
BERBASIS *ANDROID***

---

Skripsi

Oleh:

REZKI RAMDHANI

08650005

# BAB I: PENDAHULUAN

## 1.1 LATAR BELAKANG

---

1. Salah satu OPT penting pada kentang adalah *Phytophthora infestans*.
2. Kerugian di pihak petani akibat serangan *P. infestans* mencapai 50%.
3. Perlu dilakukan identifikasi tingkat serangan *P. infestans* untuk mengetahui intensitas kerusakan telah mencapai ambang kendali diperbolehkan menggunakan fungisida.
4. Penggunaan fungisida yang tidak sesuai ambang kendali dapat merusak lingkungan.
5. Logika fuzzy Mamdani mengidentifikasi tingkat serangan *P. infestans* berdasarkan nilai *input* dan *output* yang memiliki interval.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

---

1. Bagaimana tingkat keakurasian metode *fuzzy Mamdani* dalam mengidentifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang?
2. Bagaimana perbedaan hasil identifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang apabila menggunakan metode *fuzzy Mamdani* jika dibandingkan dengan identifikasi menggunakan logika tegas?

### 1.3 BATASAN MASALAH

---

1. Identifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* dilakukan pada bagian daun dari tanaman kentang yang menunjukkan gejala dan tanda penyakit.
2. Tingkat serangan *Phytophthora infestans* dihitung berdasarkan jumlah dan luas sebaran bercak terhadap luas permukaan daun.

## 1.4 TUJUAN PENELITIAN

---

1. Mengetahui tingkat keakurasian metode *fuzzy Mamdani* dalam mengidentifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang.
2. Mengetahui perbedaan hasil identifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* apabila menggunakan metode *fuzzy Mamdani* jika dibandingkan dengan identifikasi menggunakan logika tegas.

## 1.5 MANFAAT PENELITIAN

---

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah dapat membantu pengguna untuk mengidentifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang

## 1.6 METODE PENELITIAN

---

1. Pengumpulan Data
2. Analisis Data
3. Perancangan dan Desain Sistem
4. Pembuatan Aplikasi
5. Uji Coba dan Evaluasi
6. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

## 1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

---

- BAB I PENDAHULUAN
- BAB II LANDASAN TEORI
- BAB III DESAIN DAN PERANCANGAN SISTEM
- BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
- BAB V PENUTUP

## BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

### Epidemiologi Penyakit Tumbuhan

---

Parameter yang digunakan untuk pengukuran penyakit:

1. *Disease incidence* (insidensi penyakit)
2. Prevelensi Penyakit
3. *Disease severity* (keparahan penyakit)
4. Kehilangan hasil

## PENGUKURAN PENYAKIT

Rumus insidensi penyakit

$$\text{Insidensi Penyakit} = \frac{n}{N} \times 100 \%$$

**n** = jumlah tanaman atau bagian tanaman yang rusak  
**N** = jumlah tanaman yang diamati.

Rumus severitas penyakit

$$\text{Severitas Penyakit} = \frac{\Sigma(n \times v)}{N \times V} \times 100 \%$$

**n** = jumlah tanaman dengan kategori serangan yang sama  
**v** = nilai (skor) pada setiap kategori serangan  
**N** = jumlah tanaman yang diamati  
**V** = nilai (skor) tertinggi

**Tabel 2.1. Contoh Penilaian terhadap Serangan *Phytophthora infestans***  
(Asaad, 2009:301)

SKALA	PENILAIAN PENYAKIT BUSUK DAUN
0	Tidak ada serangan
1	Terdapat sebanyak 10 bercak serangan pada daun
2	Terdapat sebanyak 50 bercak serangan pada daun
3	Bercak terdapat hampir di seluruh daun, tetapi tanaman masih kelihatan hijau dan batang belum terserang
4	Setiap daun terserang dan kurang dari 50% daun telah hancur
5	Daun yang hancur 50-75%, tanaman kelihatan setengah coklat setengah hijau
6	Daun yang hancur >75% atau pangkal batang telah terserang dan pucuknya menunjukkan gejala layu.

## Metode Fuzzy Mamdani

---

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy
2. Aplikasi Fungsi Implikasi (aturan)
3. Komposisi Aturan (dengan metode *max*)
4. Defuzzifikasi (dengan metode *centroid*)

### BAB III: ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Tabel 3.1. Semesta Pembicaraan untuk setiap variabel *fuzzy*

Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan	
<i>Input</i>	Jumlah bercak	[10, 60]	
	Luas sebaran bercak	[5, 49]	
<i>Output</i>	Intensitas kerusakan	[3, 75]	

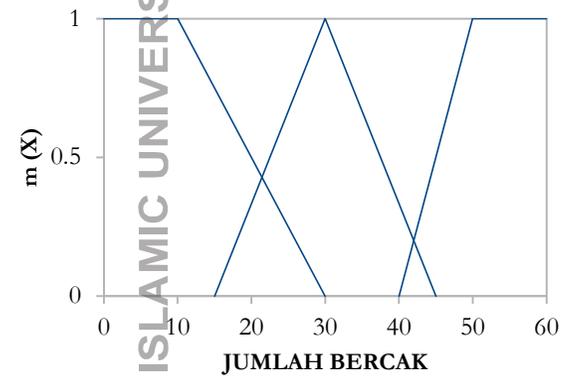
**Tabel 3.2. Himpunan Fuzzy**

Variabel	Himpunan	Domain	Fungsi Keanggotaan	Parameter
Jumlah bercak	Sedikit	10 - 30	Bahu kiri	(0, 10, 30)
	Sedang	15 - 45	Segitiga	(15, 30, 45)
	Banyak	40 - 60	Bahu kanan	(40, 50, 60)
Luas sebaran bercak	Sempit	5 - 25	Bahu kiri	(0, 5, 25)
	Medium	20 - 40	Segitiga	(20, 27, 40)
	Luas	35 - 49	Bahu kanan	(35, 45, 49)
Intensitas Kerusakan	Ringan	3 - 11	Bahu kiri	(0, 3, 11)
	Sedang	6 - 25	Segitiga	(6, 18, 25)
	Berat	20 - 75	Bahu kanan	(20, 50, 75)

# BAB III: ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

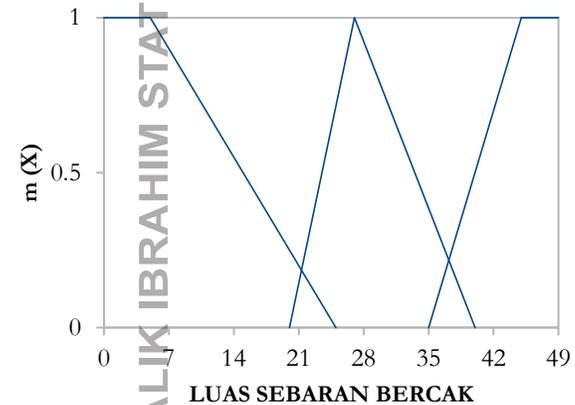
Tabel 3.3. Himpunan *fuzzy* variabel jumlah bercak

No	Himpunan Fuzzy	Domain (jumlah)
1	Sedikit	10 - 30
2	Sedang	15 - 45
3	Banyak	40 - 60



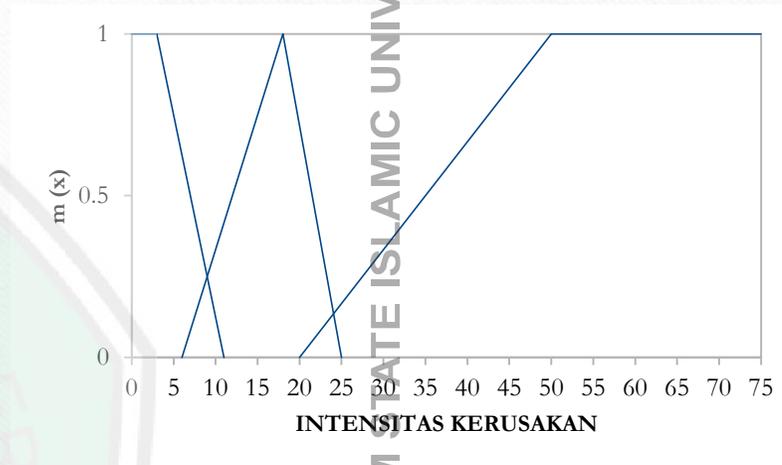
Tabel 3.4. Himpunan *fuzzy* variabel luas sebaran ber

No	Fuzzy Set	Domain (%)
1	Sempit	5 - 25
2	Medium	20 - 40
3	Luas	35 - 49



**Tabel 3.5. Himpunan *fuzzy* variabel intensitas kerusakan**

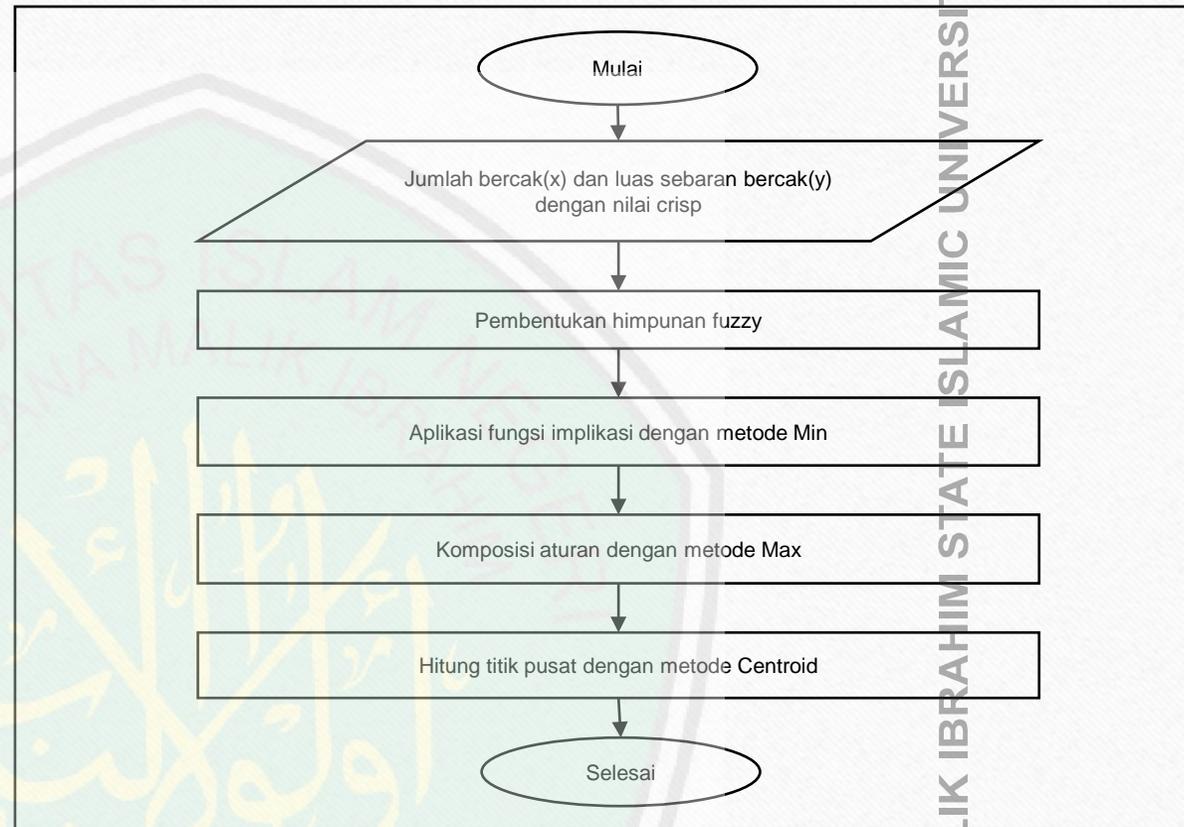
No	Fuzzy Set	Domain (%)
1	Ringan	3 – 11
2	Sedang	6 – 25
3	Berat	20 -75



**Tabel 3.6. Aturan-aturan dalam penentuan intensitas kerusakan**

		Luas sebaran bercak		
		Sempit	Medium	Luas
Jumlah bercak	Sedikit	RINGAN	RINGAN	RINGAN
	Sedang	SEDANG	SEDANG	SEDANG
	Banyak	BERAT	BERAT	BERAT

## PERANCANGAN PROSES



## PERANCANGAN ANTAR MUKA PEMAKAI

---

1. Menu Utama
2. Menu Identifikasi Tingkat Serangan
3. Menu Cara Pintas

## BAB IV: PEMBAHASAN

---

### 4.1 Implementasi

#### 4.1.1 Ruang Lingkup Perangkat Keras

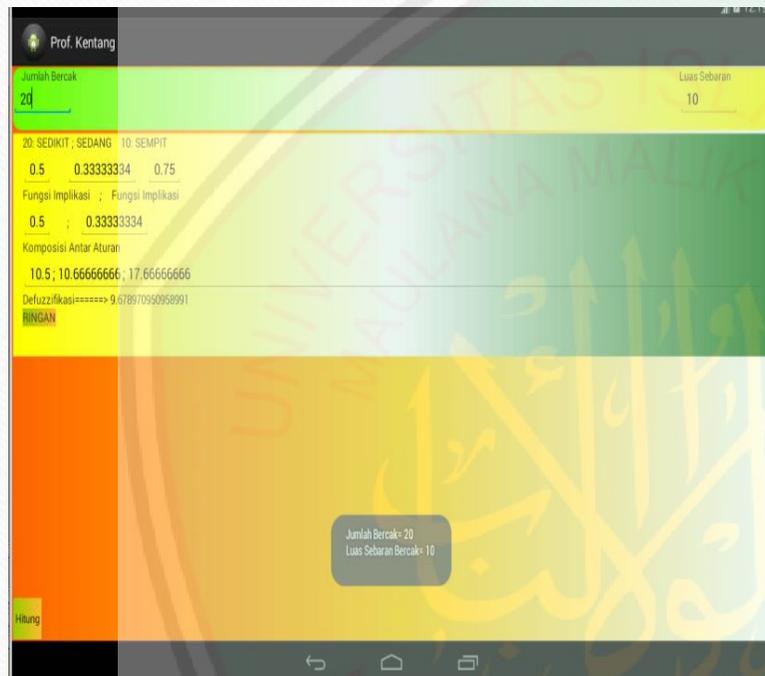
1. Intel Core 2 Duo CPU T6670@2.20GHz x2
2. Memory 2.0 GiB
3. Disk Size 279.6 GB
4. Keyboard

#### 4.1.2 Ruang Lingkup Perangkat Lunak

1. Sistem Operasi LinuxMint 15: olivia (i686)
2. Windows 8 (Ms. Word 2013 dan Ms. Excel 2013)
3. ADT-BUNDLE-LINUX-X86 (Eclipse dan Android SDK Platform Tools)
4. LibreOffice Writer
5. LibreOffice Calc.

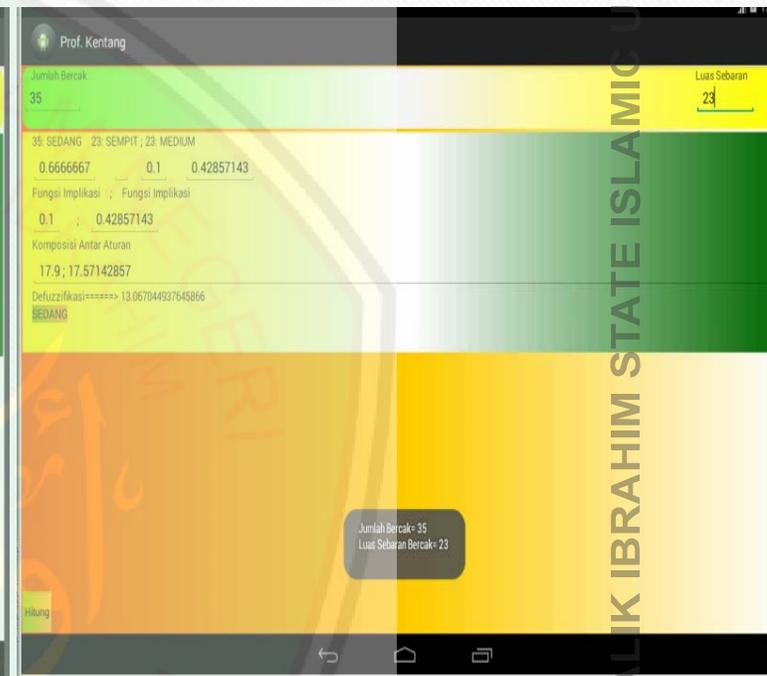
## IMPLEMENTASI INTERFACE

Hasil identifikasi tingkat serangan *P. infestans* dengan jumlah bercak 20 dan luas sebaran bercak 10%



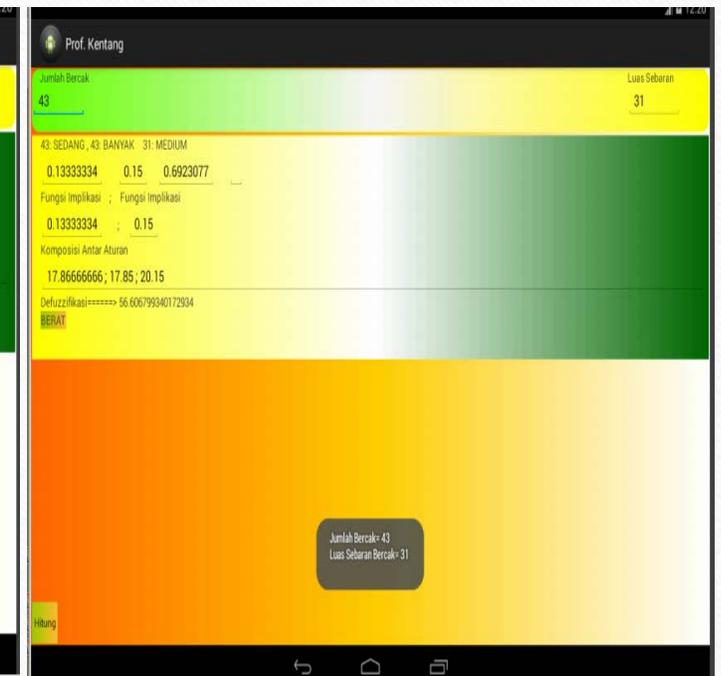
Jumlah Bercak= 20  
Luas Sebaran Bercak= 10

Hasil identifikasi tingkat serangan *P. infestans* dengan jumlah bercak 35 dan luas sebaran bercak 23%



Jumlah Bercak= 35  
Luas Sebaran Bercak= 23

Hasil identifikasi tingkat serangan *P. infestans* dengan jumlah bercak 43 dan luas sebaran bercak 31%



Jumlah Bercak= 43  
Luas Sebaran Bercak= 31

## BAB IV: PEMBAHASAN

### PENGUJIAN SISTEM

Contoh Kasus	I (Mamdani)	I (Logika Tegas)	Tingkat Serangan (Mamdani)	Tingkat Serangan (Logika Tegas)	Sesuai/ Tidak Sesuai
I	9.66%	8%	Ringan	Ringan	Sesuai
II	13.07%	48%	Sedang	Berat	Tidak Sesuai
III	56.61%	60%	Berat	Berat	Sesuai

## INTEGRASI SAINS DENGAN AYAT AL-QURAN

---

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

*“Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukurannya.”*

(Q.S. Al-Qamar [54]: 49)

# BAB V: KESIMPULAN

---

1. Tingkat keakurasian metode *fuzzy Mamdani* dalam mengidentifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* pada tanaman kentang adalah sebesar 67%.
2. Terdapat perbedaan antara identifikasi tingkat serangan *Phytophthora infestans* ketika menggunakan metode *fuzzy Mamdani* jika dibandingkan dengan identifikasi menggunakan logika tegas. Hal ini disebabkan karena pada metode *Mamdani*, setiap variabel *input* memiliki interval yang harus diubah ke dalam bentuk derajat keanggotaan. Penggunaan interval tersebut mempengaruhi hasil perhitungan Intensitas Kerusakan yang menjadi acuan dari penentuan tingkat serangan *P. infestans*. Sedangkan untuk perhitungan dengan logika tegas, *input* yang digunakan adalah bilangan tegas (*crisp*), tanpa penggunaan interval.

# BAB V: SARAN

---

Adapun saran yang diberikan untuk pengembangan program lebih lanjut adalah sebagai berikut: Metode *fuzzy Mamdani* lebih baik diterapkan ketika merancang sebuah aplikasi identifikasi tingkat serangan *P. Infestans* yang berbasis citra sehingga *input* yang berupa jumlah bercak dan luas sebaran bercak terhadap luas permukaan daun tersebut tidak perlu dilakukan secara manual sehingga data yang didapatkan akan lebih akurat.

Sekian  
&  
Terima kasih