

SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN PISANG MAS KIRANA DENGAN PENDEKATAN *FUZZY LOGIC TSUKAMOTO*

Teguh Sutopo^{1*}, Vi Khoiriyatin Nisa²

^{1,2}Sekolah Tinggi Teknologi Ilmu Komputer Insan Unggul

*teguhsutopo@insan-unggul.ac.id

ABSTRAK

Kelembapan, jamur, dan kumbang merupakan faktor yang dapat menghambat keberhasilan produksi tanaman pisang mas Kirana. Guna mempermudah petani dan pemilik perkebunan yang ingin memulai pembudidayaan tanaman pisang mas Kirana, dibutuhkan suatu sistem yang dapat bertugas membantu mendiagnosa penyakit yang terdapat pada tanaman pisang mas Kirana tersebut, serta memberikan solusi agar dapat menghindari berbagai penyakit yang dapat menghambat pertumbuhan serta produksi dari tanaman pisang mas Kirana. Basis pengetahuan yang digunakan dalam sistem pakar ini yaitu pendekatan algoritma *fuzzy logic Tsukamoto*. Metode ini dapat bekerja dengan baik karena menggunakan aplikasi nilai monoton. Masukannya berupa gejala-gejala yang dialami kemudian akan diproses dengan kaidah (*IF-THEN*). Keluaran hasil dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas. Sistem pakar dirancang untuk berinteraksi langsung dengan pemakai dengan format dialog tanya jawab. Metode pengembangan sistem menggunakan *waterfall* dan pemodelan sistem menggunakan UML. Sedangkan alur penelitian digambarkan dengan diagram alir dan bahasa pemrograman menggunakan PHP.

Kata Kunci: Pisang mas Kirana, Sistem Pakar, Fuzzy Logic Tsukamoto, PHP.

1. Pendahuluan

Pisang mas Kirana (*Musa acuminata Lady Finger*) adalah salah satu buah tropis yang populer di masyarakat, bahkan sudah diekspor ke mancanegara. Bentuk pisang mas Kirana bulat berisi, dan daging buah berwarna kuning cerah dengan rasanya yang manis legit. Banyak petani yang mengganti tanaman di perkebunannya dengan pisang mas ini karena nilai ekonomisnya

yang baik. Dalam proses perkembangan dan perawatan tanaman pisang mas Kirana ada kalanya terdapat kendala yaitu serangan penyakit baik dari bakteri, suhu lingkungan maupun lainnya. Penyakit ini mengakibatkan menurunnya kualitas buah yang berpengaruh terhadap nilai ekonomis.

Pengetahuan petani perkebunan tentang pencegahan dan pengendalian tanaman yang terkena penyakit atau hama masih sangat kurang. Hal ini dikarenakan kurangnya informasi dari para penyuluh perkebunan dan pertanian. Tentu saja ini menjadi masalah bagi para petani perkebunan atau masyarakat awam yang ingin memulai usaha dibidang tersebut.

Untuk pemecahan masalah tersebut yaitu dengan pemanfaatan teknologi komputasi yang kita kenal dengan istilah Kecerdasan Buatan atau *Artificial Intelegence (AI)* dengan menggunakan konsep sistem pakar. Sistem pakar merupakan aplikasi komputer di mana komputer dibuat seakan-akan berpikir seperti seorang pakar atau ahli dalam bidangnya. Konsep sitem pakar didasarkan pada asumsi bahwa pengetahuan pakar dapat ditransformasikan ke dalam komputer yang dapat menghasilkan beberapa manfaat seperti keakurasian, kecepatan dan dapat diakses setiap saat sehingga dapat membantu tugas penyuluh pertanian.

2. Landasan Teori

2.1. Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan sebuah sistem yang kinerjanya mengadopsi keahlian yang dimiliki seorang pakar dalam bidang tertentu ke dalam sistem atau program komputer yang disajikan dengan tampilan yang dapat digunakan oleh pengguna yang bukan seorang pakar sehingga dengan sistem tersebut pengguna dapat membuat sebuah keputusan atau menentukan kebijakan layaknya seorang pakar. (Andriani, 2017)

Sistem pakar merupakan sistem berbasis komputer yang mengadopsi fakta, penalaran dan pengetahuan manusia sehingga dapat menyelesaikan permasalahan seperti yang dilakukan serupa seorang pakar atau ahli dalam bidangnya. (Pratiwi, 2018)

Sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem pakar atau *Expert System* merupakan sebuah aplikasi berbasis komputer yang mengadopsi fakta, penalaran dan pengetahuan manusia yang ditunjukkan untuk membantu pengambilan keputusan atau pemecahan masalah dalam bidang yang spesifik yang dilakukan serupa seorang pakar atau ahli di bidangnya.

2.2. Diagnosa

Diagnosa adalah proses memahami atau mengerti bagaimana fungsi organisasi saat ini dan menyelesaikan informasi yang diperlukan untuk mendesain intervensi perubahan. (Rohman, 2019)

Diagnosa adalah kata khas dipakai dalam ilmu pengetahuan medis. Namun dalam Bahasa Gerika kata diagnosa yang berarti membedakan atau mendiskriminasikan, membedakan suatu keadaan yang lain dan mencari sumber pemecahan atau memutuskan. (Simanjuntak, 2017)

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa diagnosa adalah penentuan suatu keadaan (jenis penyakit) dengan cara meneliti (memeriksa) gejala-gejalanya untuk mencari atau menentukan pemecahannya.

2.3. Penyakit

Penyakit (*disease*) dapat diartikan sebagai gangguan fungsi suatu organisasi sebagai akibat dari infeksi atau tekanan dari lingkungan karena penyakit bersifat objektif. (Irwan, 2018)

Penyakit merupakan sekumpulan informasi yang terdiri dari berbagai macam gejala-gejala yang terjadi pada makhluk hidup. (Arisandi, 2021)

Berdasarkan dua penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa penyakit merupakan gangguan fungsi suatu organisasi sebagai akibat dari infeksi atau tekanan dengan berbagai macam gejala-gejala yang terjadi pada makhluk hidup.

Berikut ini adalah macam-macam penyakit yang terdapat pada tanaman pisang mas Kirana:

Tabel 1:Macam-macam penyakit pisang mas Kirana

No.	Nama Penyakit
1	Layu Fusarium
2	Kerdil Pisang
3	Bercak Daun
4	Penggerek Batang
5	Ngengat Kudis
6	Nematoda Akar
7	Layu Bakteri
8	Penggerek Bonggol
9	Ulat Penggulung Daun

2.4. Tanaman Pisang Mas Kirana

Pisang mas Kirana (*Musa acuminata Lady Finger*) merupakan salah satu komoditas unggulan yang menjadi andalan. Pisang mas Kirana memiliki keunggulan baik secara kompetitif maupun komparatif. Keunggulan kooperatif dari pisang mas Kirana antara lain mampu tumbuh dengan baik apabila ditanam pada ketinggian 600 meter di atas permukaan laut dengan tanah

vulkanik gunung berapi. Kandungan gizi yang dimiliki pisang mas Kirana cukup tinggi. (Nawangsih, 2018)

Tanaman pisang mas Kirana merupakan tanaman yang memiliki kandungan aktif berupa metabolid sekunder yang memiliki fungsi senyawa antimikroba. Salah satu bagian buah yang memiliki senyawa antimikroba yaitu kulit buah yang mengandung komponen fitokimia yaitu tanin dan kuinon yang memiliki aktivitas sebagai anti bakteri. (Rikhma Sari, 2018)

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa tanaman pisang mas Kirana adalah salah satu tanaman pisang yang menjadi unggulan yang kaya akan manfaat bagi tubuh.

2.5. Fuzzy Logic

Logika fuzzy adalah metodologi sistem kontrol yang diterapkan pada sistem, mulai dari sistem sederhana sampai sistem yang rumit atau kompleks. (Sri Kusumadewi, 2010)

Logika fuzzy merupakan suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*. (Yulmaini, 2018)

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa logika fuzzy merupakan suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*. Mulai dari sistem sederhana sampai sistem yang rumit atau kompleks.

Ada beberapa alasan mengapa menggunakan logika fuzzy yaitu:

- a. Konsep logika fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti / dipahami. Kelebihannya terletak pada pendekatan kealamian (*naturalness*) dalam memecahkan suatu permasalahan.
- b. Logika fuzzy sangat fleksibel, di mana dibangun dan dikembangkan dengan mudah tanpa harus dimulai dari “nol”.

- c. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat. Hal tersebut cocok sekali dengan fakta dalam kehidupan sehari-hari.
- d. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinier yang sangat kompleks.
- e. Logika fuzzy dapat membangun bagian teratas dari pengalaman dan pengetahuan para pakar sehingga dapat lebih mudah digunakan dalam membangun logika fuzzy.
- f. Logika fuzzy dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
- g. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami / bahasa manusia.

2.6. Metode Fuzzy Logic Tsukamoto

Metode Tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton. Pada metode tsukamoto setiap konsekuensi pada aturan yang berbentuk IF–THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan samar dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya *output* hasil penarikan kesimpulan (*inference*) dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan μ -predikat (*fire strength*). (Sri Kusumadewi, 2010)

Metode Fuzzy Tsukamoto adalah metode yang memiliki toleransi pada data dan sangat fleksibel. Kelebihan dari metode Tsukamoto yaitu bersifat intuitif, tidak akurat dan ambigu. (Agung Setiawan, 2018)

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa Metode Fuzzy Tsukamoto metode ini menggunakan aplikasi nilai monoton. Masukannya berupa gejala-gejala yang dialami kemudian akan diproses dengan kaidah (IF–THEN). Keluaran hasil dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas. Kelebihan metode tsukamoto yaitu bersifat intuitif dan dapat memberikan tanggapan berdasarkan informasi yang bersifat kualitatif, tidak akurat dan ambigu.

3. Metodologi Penelitian

3.1. Metode Pengembangan Sistem

Penelitian ini menggunakan model pengembangan *Waterfall* pada tahapan kegiatannya yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Analisis Spesifikasi Kebutuhan, dimulai dari pengumpulan data melalui *study* pustaka dan menggali informasi sebanyak-banyaknya tentang kebutuhan pengguna yang merupakan kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem.
- b. Perancangan, dibagi menjadi 3 bagian yaitu perancangan model sistem dan perancangan antarmuka-kegrafisan.
- c. Pembuatan Kode Program, menggunakan bahasa pemrograman yang berbasis *Web* yaitu PHP.
- d. Pengujian, dilakukan dengan menggunakan Pengujian *Black Box*, dilakukan untuk memastikan perancangan dan fungsional sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan.

3.2. Metode dan Instrumen Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah sbb.:

a. Wawancara (*Interview*)

Metode ini dilakukan dengan cara tanya jawab kepada pemilik perkebunan pisang mas Kirana sebagai narasumber, pertanyaan yang diajukan adalah terkait gejala penyakit yang terdapat pada tanaman pisang mas Kirana.

b. Observasi (Pengamatan)

Melakukan pengamatan langsung pada perkebunan pisang mas Kirana untuk mendapatkan data yang tepat serta mengetahui gambaran secara jelas dan lengkap terhadap permasalahan yang terjadi.

c. Studi Pustaka

Yaitu pencarian data dengan membaca dan mempelajari melalui media buku-buku dan sumber-sumber lainnya yang berkaitan.

3.3. Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan adalah salah satu tindakan untuk menentukan kebutuhan apa saja yang akan mempengaruhi jalannya kegiatan penelitian mendiagnosa penyakit tanaman pisang mas Kirana. Sehingga pada akhirnya dapat diharapkan mendapat hasil yang sesuai. Analisa kebutuhan dibagi menjadi dua yaitu analisis kebutuhan fungsional dan analisis kebutuhan non fungsional.

3.3.1. Kebutuhan Fungsional

Analisa kebutuhan fungsional adalah kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan untuk merancang sebuah sistem informasi yang berbasis komputerisasi dan untuk merancang sebuah sistem yang dibuat sehingga dapat berjalan pada saat implementasinya nanti. Kebutuhan tersebut antara lain:

- a. Sistem pakar mampu menampilkan macam-macam penyakit tanaman pisang mas Kirana.
- b. Sistem pakar mampu mendiagnosa penyakit berdasarkan gejala yang terjadi pada tanaman pisang mas Kirana.
- c. Sistem pakar mampu melakukan proses pencarian data, diagnosa, penyakit, serta solusi.

3.3.2. Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non fungsional adalah kebutuhan perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*). Berikut adalah aspek-aspek yang dibutuhkan:

- a. Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang dibutuhkan sebagai penunjang penulisan dan pemrograman berupa seperangkat Personal Computer (PC) dengan spesifikasi sebagai berikut:

Processor: Intel (R) Celeron (R) CPU 1007U @1.50GHz 1.50GHz,
RAM: 4 GB.

b. Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

Adapun aplikasi perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Sistem Operasi : Windows 10, Text Editor : Visual Studio Code,
Localhost : XAMPP, Bahasa Pemograman : PHP, HTML dan CSS

3.4. Perancangan Model Sistem

Perancangan merupakan tahap pengembangan setelah analisis sistem dilakukan dan dimaksudkan untuk membantu memecahkan masalah pada sistem yang akan dibuat. Perancangan merupakan penggambaran terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi.

3.4.1. Perancangan Basis Pengetahuan

a. Jenis Penyakit

Tabel 2 : Tabel Penyakit

Penyakit	Nama Penyakit
P01	Layu Fusarium
P02	Kerdil Pisang
P03	Bercak Daun
P04	Penggerek Batang
P05	Ngengat Kudis
P06	Nematoda Akar

P07	Layu Bakteri
P08	Penggerek Bonggol
P09	Ulat Penggulung Daun

Tabel 2 merupakan daftar penyakit yang akan didiagnosa sebagai penyakit pada pisang mas Kirana. Dalam sistem penelitian ini terdapat 9 penyakit yang akan didiagnosa.

b. Jenis Gejala

Tabel 3: Tabel Jenis Gejala

Gejala	Nama Gejala
G01	Akar Luka
G02	Batang berubah warna menjadi kecoklatan
G03	Seluruh permukaan daun menguning
G04	Bonggol pisang berwarna kehitam –hitaman (busuk)
G05	Buah tidak terisi (kopong)
G06	Terdapat garis hijau tua sempit yang terputus – putus pada daun
G07	Tulang daun menjadi jernih
G08	Daun muda tegak, pendek dan sempit
G09	Daun mudah rapuh dan patah
G10	Tangkai lebih pendek
G11	Timbul bintik kuning pada daun
G12	Seluruh helai daun kuning tua kemerahan sampai kehitaman
G13	Pelepah dan tangkai daun berwarna hijau
G14	Buah pisang matang sebelum waktunya
G15	Terdapat lubang – lubang disepanjang batang semu
G16	Batang semu terbelah dan mengeluarkan lender (bledok)
G17	Tanaman pisang mati
G18	Perkembangan buah terlambat

G19	Terdapat kudis pada kulit buah pisang
G20	Tanaman pisang mudah dicabut
G21	Tanaman pisang mudah roboh (tumbang)
G22	Terdapat luka berwarna hitam pada permukaan bonggol
G23	Keluarnya cairan merah pada batang
G24	Daun muda berubah warna dari tulang daun keluar garis coklat kekuningan ke tepi daun
G25	Buah berwarna kuning coklat seperti dipanggang
G26	Buah busuk isi buah berisi cairan seperti lender berwarna merah kecoklatan
G27	Bonggol pisang busuk
G28	Tanaman pisang mudah mati
G29	Akar menjadi lemah
G30	Isi tandan berkurang
G31	Terdapat daun yang menggulung menyerupai tabung
G32	Tepi daun terpotong miring

c. Relasi Gejala dan Penyakit

Tabel 4 : Tabel Relasi Gejala dan Penyakit

Gejala	Nama Gejala	Penyakit									
		P 0 1	P 0 2	P 0 3	P 0 4	P 0 5	P 0 6	P 0 7	P 0 8	P 0 9	
G01	Akar Luka	√					√				
G02	Batang berubah warna menjadi kecoklatan	√									
G03	Seluruh permukaan daun menguning	√						√	√		
G04	Bonggol pisang berwarna kehitam – hitaman	√									
G05	Buah tidak terisi (kopong)	√									

ISSN: 2963-3907 (Online)
ISSN: 2252-7079 (Print)

G28	Tanaman pisang mudah mati								√	
G29	Akar menjadi lemah								√	
G30	Isi tandan berkurang								√	
G31	Terdapat daun yang menggulung menyerupai tabung									√
G32	Tepi daun terpotong miring									√

d. Solusi

Tabel 5: Tabel Solusi

Penyakit	Solusi
P01	Solusi untuk menanganinya yakni pemberian pupuk organik kompos atau pupuk kandang, penjarangan anakan dipotong setelah 30 cm $\pm$ 5 cm dari titik tumbuh, pembuatan drainase sanitasi lingkungan pertanaman, menggunakan benih sehat (bukan dari daerah serangan atau rumpun terserang, benih dan kultur jaringan), sistem pindah tanam setelah tiga kali panen maksimal 3 tahun, pengapuran atau pemberian abu dapur untuk menaikkan atau menjaga kestabilan pH tanah, peralatan yang digunakan didisinfektan dengan kloroks 1% (Beyclean yang diencerkan 1 : 5) atau dicuci bersih dengan sabun.
P02	Solusi untuk menanganinya yakni menanam bibit dari rumpun yang sehat sanitasi/eradikasi, sanitasi kebun dengan membersihkan tanaman inang, membongkar rumput sakit, lalu dipotong kecil – kecil agar tidak ada tunas yang dapat hidup, pengendalian vector dengan insektisida sistematis, terutama di pembibitan / pesemaian.
P03	Solusi untuk menanganinya yakni melakukan pemupukan berimbang, cara sanitasi / eradikasi, sanitasi sumber infeksi berupa daun – daun mati / sakit di potong – potong lalu dibakar.
P04	Solusi untuk menanganinya yakni batang yang terserang dan sisa batang pisang yang telah dipanen di potong – potong kemudian ditanamkan ke dalam tanah, penggunaan insektisida carbofuran yang ditaburkan di sekitar batang pisang.
P05	Solusi untuk menanganinya yakni pengerodongan buah pisang dengan kantong plastik berwarna biru (kantong tersebut sudah mengandung pestisida).
P06	Solusi untuk menanganinya yakni menaikkan suhu tanah 50 °C

	selama 30 menit dengan uap panas atau air panas, mencelupkan bonggol aanakan ke dalam panas suhu 50 °C selama beberapa menit, penggunaan nematisida Karbofuran, Etrofos dan Oksanil dengan dosis 12 gr bahan aktif per rumpun yang diaplikasikan pada saat tanam dan diulang tiap 6 bulan.
P07	Solusi untuk menanganinya yakni eradikasi rumpun terserang dengan membongkar sampai akar – akarnya lalu di potong – potong dimasukkan kedalam kantong plastik diberi formalin dan ditutup rapat, dapat juga dengan mematikan tanaman anakan terserang dengan injeksi herbisida 2,4 D 0,5 % sebanyak 5 – 15 ml/tanaman, memotong bunga jantan segera setelah sisir terakhir terbentuk untuk menghindari infeksi serangan penular.
P08	Solusi untuk menanganinya yakni penanaman bibit sehat, bonggol bibit dibersihkan dari hama dan penyakit dengan cara direndam dalam intektisida efektif selama beberapa menit, tanaman terserang dipotong – potong termasuk bonggolnya dan dikubur di dalam tanah, mengkap kumbang yang ada pada potongan batang kemudian dimusnahkan, menaburkan intektisida butiran di sekitar pangkal batang pisang lalu ditutup dengan tanah.
P09	Solusi untuk menanganinya yakni daun pisang yang tergulung diambil, kemudian ulat yang ada pada daun dimusnahkan.

e. Aturan Gejala dan Penyakit

Tabel 6 : Tabel Aturan Gejala dan Penyakit

No	Aturan
1.	IF Akar luka AND Batang berubah warna menjadi kecoklatan AND Seluruh permukaan daun menguning AND Bonggol pisang berubah warna kehitam - hitaman (busuk) AND Buah tidak terisi (kosong) THEN Layu Fusarium.
2.	IF Terdapat garis hijau tua sempit yang terputus – putus pada daun AND Tulang daun menjadi jernih AND Daun muda tegak, pendek, sempit, tangkai lebih pendek AND Tepi daun menguning (layu) AND Daun rapuh mudah patah THEN Kerdil Pisang.
3.	IF Timbul bintik kuning pada tepi daun AND Seluruh helai daun kuning tua kemerahan sampai kehitaman AND Pelepah atau tangkai

	daun berwarna hijau AND Buah matang sebelum waktunya THEN Bercak Daun.
4.	IF Terdapat lubang – lubang di sepanjang batang semu AND Batang semu terbelah dan mengeluarkan lender (bledok) AND Tanaman mati THEN Penggerek batang
5.	IF Perkembangan buah terlambat AND Terdapat kudis pada kulit buah pisang THEN Ngegat Kudis.
6.	IF Tanaman pisang mudah dicabut AND Tanaman pisang mudah roboh (tumbang) akar luka AND Terdapat luka berwarna hitam pada permukaan bonggol THEN Nematoda Akar.
7.	IF Keluarnya cairan merah pada batang AND Daun muda berubah warna dari tulang daun keluar garis coklat kekuningan ke tepi daun AND Seluruh permukaan daun menguning AND Buah berwarna kuning coklat seperti dipanggang AND Buah busuk AND Isi buah berisi cairan seperti lendir berwarna merah kecoklatan THEN Layu Bakteri.
8.	IF Bonggol pisang busuk AND Tanaman pisang mudah mati AND Akar menjadi lemah AND Seluruh permukaan daun menguning AND Isi tandan berkurang THEN Penggerek Bonggol
9.	IF Terdapat daun yang menggulung menyerupai tabung AND Tepi daun terpotong miring THEN Ulat Penggulung Daun.

f. Nilai Himpunan Fuzzy

Berikut penjelasan terkait nilai himpunan fuzzy dan analisa terhadap sistem pakar yang dibangun merupakan rule dari setiap penyakit.

Tabel 7. Tabel Nilai Himpunan fuzzy

No	Nama Penyakit	Nilai	
		Ringan	Berat
1.	Layu Fusarium	20	85
2.	Kerdil Pisang	15	65
3.	Bercak Daun	10	70
4.	Penggerek Batang	25	90
5.	Ngegat Kudis	10	50
6.	Nematoda Akar	18	80
7.	Layu Bakteri	20	75

8.	Penggerak Bonggol	15	80
9.	Ulat Penggulung Daun	20	45

Adapun analisa terhadap sistem pakar yang dibangun merupakan *rule* yang menerapkan metode *fuzzy logic*, Metode *fuzzy logic* salah satu metode untuk mengatasi ketidakpastian suatu data, yang kemudian dapat dirumuskan dalam persamaan *fuzzy logic*.

$$\text{Rumus } \mu \text{ Ringan} = \begin{cases} 0; & x \leq \min \\ \frac{\max - x}{\max - \min} & \min \leq x \leq \max \\ 1; & x \geq \max \end{cases}$$

$$\mu \text{ Berat} = \begin{cases} 0; & x \leq \min \\ \frac{x - \min}{\max - \min} & \min \leq x \leq \max \\ 1; & x \geq \max \end{cases}$$

$$Z1 = Z_{\max} - \alpha \text{ predikat} (Z_{\max} - Z_{\min})$$

$$Z_{\text{total}} = \frac{\alpha \text{ predikat} * z1}{\alpha \text{ predikat}}$$

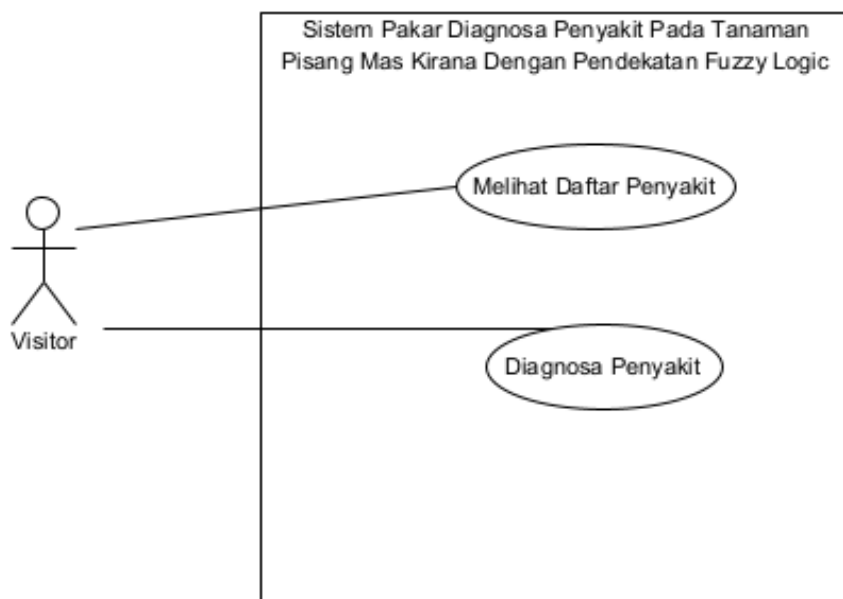
Keterangan:

x	= Gejala penyakit
max	= Bobot maksimal
min	= Bobot minimal
α predikat	= Nilai minimal dari setiap gejala yang dipilih
μ	= Standar pengukuran kriteria nilai <i>fuzzy</i>
Z1	= Jumlah maksimal penyakit dikurangi dengan α predikat dikali djumlah maksimal penyakit dikurangi jumlah minimal penyakit
Ztotal	= Hasil akhir dalam presentase

3.4.2.Perancangan Sistem

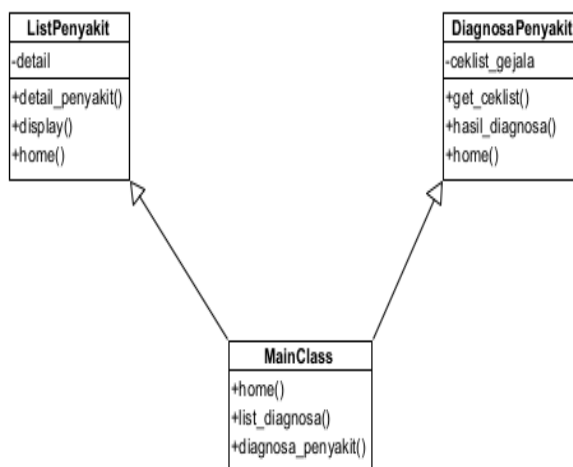
a. Pemodelan Sistem Unified Modelling Language (UML)

1) Use Case Diagram



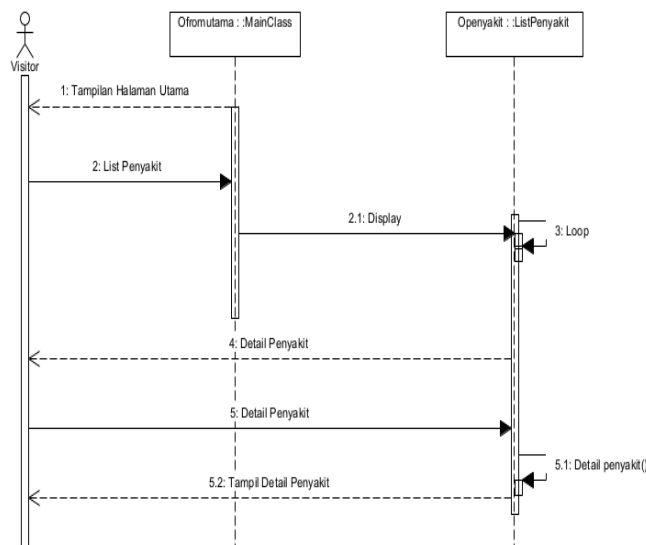
Gambar 1 :. Use Case Diagram

2) Class Diagram

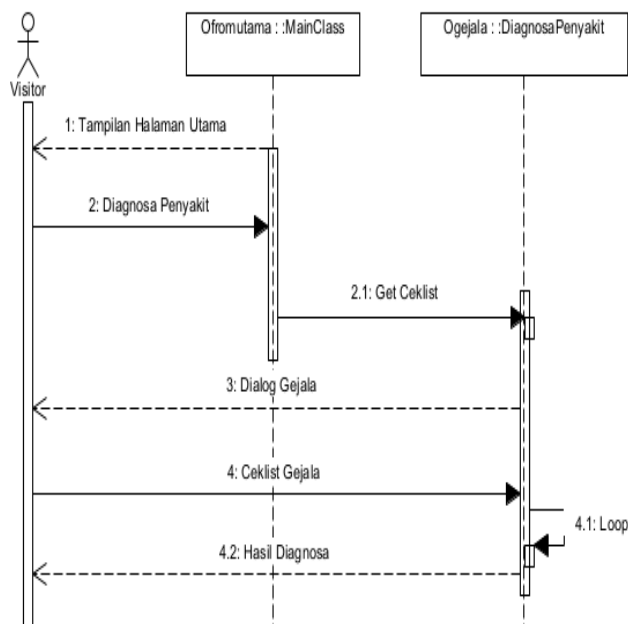


Gambar 2:.. Class Diagram

3) Sequence Diagram

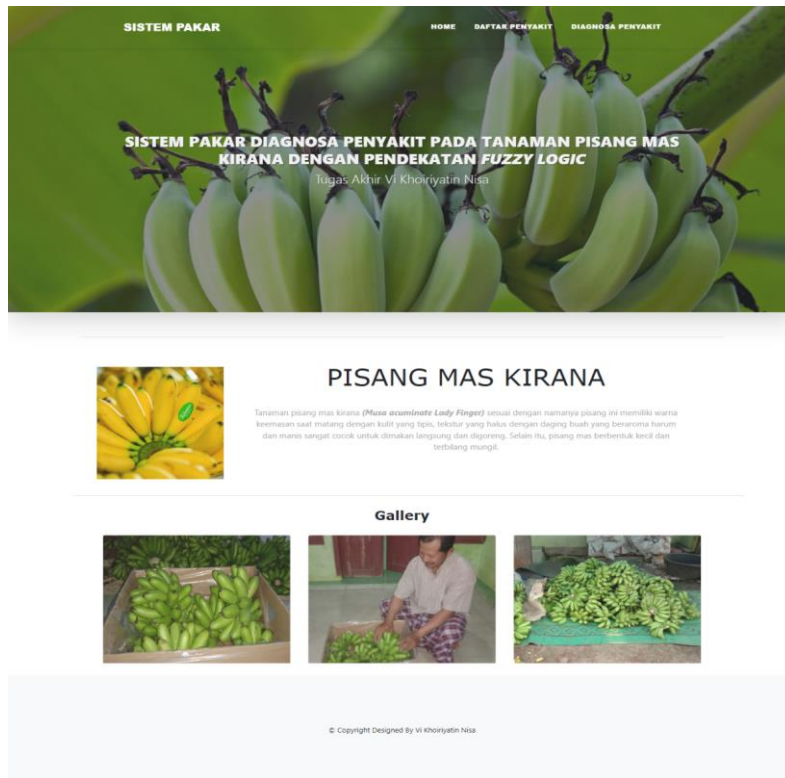


Gambar 3 : Sequence Diagram Melihat Daftar Penyakit

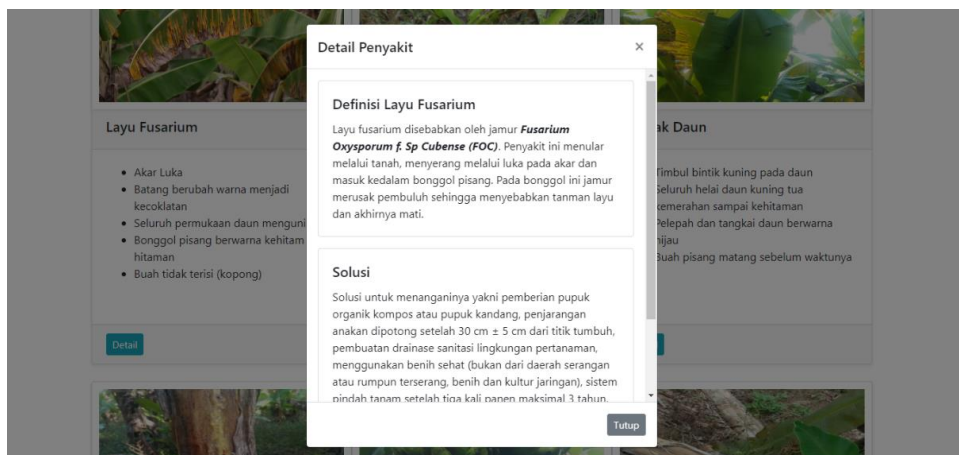


Gambar 4: Sequence Diagram Diagnosa Penyakit

b. Desain Antar Muka



Gambar 5: Menu Utama (Home)



Gambar 6 : Tampilan Detail Penyakit

Silahkan Pilih Gejala Yang Ingin Anda Diagnosa !

No	Nama Gejala	Kode Gejala	Nilai Gejala	Pilih
1	Akar luka	G01	35	☐
2	Batang berubah warna menjadi kecoklatan	G02	27	☐
3	Seluruh permukaan daun menguning	G03	65	☐
4	Bonggol pisang berwarna kehitam - hitaman (busuk)	G04	45	☐
5	Buah tidak terisi (kopong)	G05	25	☐
6	Terdapat garis hijau sempit yang terputus - putus pada daun	G06	30	☐
7	Tulang daun menjadi jernih	G07	25	☐
8	Daun muda tegak, pendek dan sempit	G08	20	☐
9	Daun mudah rapuh dan patah	G09	40	☐
10	Tangkai lebih pendek	G10	55	☐
11	Timbul bintik kuning pada daun	G11	40	☐
12	Seluruh helai daun kuning tua kemerahan sampai kehitaman	G12	65	☐
13	Pelepah dan tangkai daun berwarna hijau	G13	15	☐
14	Buah pisang matang sebelum waktunya	G14	30	☐
15	Terdapat lubang - lubang disepanjang batang semu	G15	45	☐
16	Batang semu terbelah dan mengeluarkan lender (bledok)	G16	50	☐
17	Tanaman pisang mati	G17	100	☐
18	Perkembangan buah terlambat	G18	35	☐
19	Terdapat kudis pada kulit buah pisang	G19	45	☐
20	Tanaman pisang mudah dicabut	G20	60	☐
21	Tanaman pisang mudah roboh (tumbang)	G21	55	☐
22	Terdapat luka berwarna hitam pada permukaan bonggol	G22	70	☐
23	Keluar cairan merah pada batang	G23	60	☐
24	Daun muda berubah warna dari tulang daun keluar garis coklat kekuningan ketepi daun	G24	30	☐
25	Buah berwarna kuning coklat seperti dipanggang	G25	50	☐
26	Buah busuk isi buah berisi cairan seperti lender berwarna merah kecoklatan	G26	70	☐
27	Bonggol pisang busuk	G27	75	☐
28	Tanaman pisang mudah mati	G28	60	☐
29	Akar menjadi lemah	G29	50	☐
30	Isi tandan berkurang	G30	30	☐
31	Terdapat daun yang menyerupai tabung	G31	40	☐
32	Tepi daun terpotong atau miring	G32	35	☐

Pilih Gejala

© Copyright Designed By Vi Khoiriyatin Nisa

Gambar 7 :Hasil Diagnosa

ISSN: 2963-3907 (Online)

ISSN: 2252-7079 (Print)

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Deskripsi Hasil

Sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman pisang mas Kirana (*Musa Acuminate Lady Finger*) ini memberikan solusi berupa hasil diagnosa dan perhitungan kemungkinan jenis penyakit dengan pendekatan Fuzzy Logic Tsukamoto.

Dalam pembahasan, sistem pakar ini penulis melakukan uji coba dengan menggunakan metode *Black Box Testing*. Pengujian fokus pada fungsi sistem, tentang kesalahan *interface*, fungsi, basis data atau kesalahan kinerja sistem. Pengujian saat ini dilakukan terhadap seluruh menu yang ada, untuk mencari kesalahan, sehingga apabila ditemukan kesalahan bisa dilakukan perbaikan.

Tabel 8 : Hasil Black Box Testing

No	Pengguna	Kebutuhan	Status
1.	Visitor	Menceklist Gejala	Sukses
2.	Visitor	Melakukan Diagnosa	Sukses

1) Analisa Hasil Diagnosa Penyakit

Diambil contoh pada proses diagnosa penyakit, memilih gejala diantara gejala – gejala yang ditampilkan sebagai berikut:

a) Gejala yang terpilih:

- (1) Seluruh permukaan daun menguning
- (2) Terdapat garis hijau sempit yang terputus - putus pada daun
- (3) Tulang daun menjadi jernih
- (4) Daun muda tegak, pendek dan sempit
- (5) Pelepah dan tangkai daun berwarna hijau

b) Langkah diagnosa:

- (1) Mencari jenis penyakit yang memiliki gejala sesuai basis pengetahuan.
- (2) Mencari jumlah gejala yang terpenuhi oleh gejala terpilih pada basis pengetahuan.
- (3) Melakukan perhitungan dari bobot gejala kemudian dipilih nilai terkecil (? predikat) dari hasil perhitungan bobot dari tiap – tiap gejala, setelah itu menghitung z_1 dan z total atau hasil dari diagnosa penyakit tersebut.

c) Penyelesaian:

- (1) Mencari jenis penyakit yang memiliki gejala terpilih pada basis pengetahuan, sebagaimana ditunjukkan pada tabel 6
- (2) Hasil diagnosa seperti ditunjukkan pada tabel 7.

5. Kesimpulan

- a. Aplikasi sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman pisang mas Kirana dengan pendekatan fuzzy logic Tsukamoto ini dibangun dengan bahasa pemrograman PHP serta HTML dan CSS sebagai penunjang. Didalamnya terdapat beberapa menu diantaranya menu daftar penyakit dan diagnosa penyakit, didalam menu daftar penyakit berisi definisi dan solusi dari penyakit pada tanaman pisang mas Kirana, sedangkan dalam menu diagnosa penyakit berisi gejala-gejala penyakit yang harus di pilih kemudian memilih apakah gejala tersebut ringan atau berat serta proses untuk menentukan hasil dari diagnosa penyakit berdasarkan gejala yang dialami. Sistem ini juga mampu menunjukan seberapa akurat penyakit dengan gejala yang dipilih, serta

memberikan informasi mengenai jenis penyakit, definisi penyakit, serta solusi untuk mengatasi penyakit yang dialami.

- b. Metode fuzzy logic Tsukamoto dapat mendiagnosa penyakit pada tanaman pisang mas Kirana dengan efisien, yaitu dengan cara:
 1. Input yang diberikan berupa kriteria-kriteria dari bobot masing-masing gejala penyakit.
 2. Di proses berdasarkan hasil dari masing-masing gejala penyakit dengan bobot nilai penyakit kemudian diperoleh dengan mengambil nilai minimum dari masing-masing gejala penyakit, dan akan mendapatkan hasil berupa nilai rata-rata terpusat.
 3. Setelah melewati serangkaian proses tersebut maka didapatkan hasil proses yang di dalamnya berisi nilai akurat serta definisi dan solusi dari penyakit yang menyerang tanaman pisang mas Kirana tersebut.
 4. Dengan Adanya aplikasi sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman pisang mas Kirana ini, sangat membantu petani perkebunan dalam membudidayakan tanaman pisang mas Kirana.

6. Daftar Pustaka

- Andriani, A. (2017). *Pemograman Sistem Pakar Konsep Dasar Dan Aplikasinya Menggunakan Visual Basic 6*. Yogyakarta: Media Kom, 9.
- Arisandi, D. S. (2021). *Sistem Pakar Dengan Fuzzy Expert System*. Ponorogo: Gracias Logis Kreatif.
- Irwan. (2018). *Epidemiologi Penyakit Tidak Menular*. Yogyakarta : Deepublish.

- Nawangsih. (2018). *Analisis Potensi Daya Saing Pemasaran Produk Unggulan Pisang Mas Kirana*. Lumajang: Jurnal Nusamba Vol. 3 No. 2, 46-53.
- Pratiwi, H. (2018). *Buku Ajar: Sistem Pakar*. Kuningan: Goresan Pena.
- Rohman, M. F. (2019). *Konsep Dan Praktik Diagnosa, Rancangan Dan Tata Kelola Proyek Pelabuhan*. Jakarta: Prenada Media.
- Sari, D. S. (2017). *Analisis Fitokimia Ekstrak Kulit Pisang Agung Dan Mas Kirana*. Jember: Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi Vo. 2 No. 2, 64-75.
- Simanjuntak, J. (2017). *Perlengkapan Seorang Konsuler*. Tangerang: LK3.
- Yulmaini. (2018). *Logika Fuzzy Studi Kasus & Penyelesaian Menggunakan Microsoft Excel & Matlab*. Yogyakarta: ANDI.