

**SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN
KUBIS (*Brassica Oleracea Var Capitata*) DENGAN METODE *FORWARD
CHAINING***

(Skripsi)

Oleh:

NOVENDA



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRACT

EXPERT SYSTEM FOR DIAGNOSING CABBAGE DISEASE (*Brassica Oleracea Var Capitata*) WITH *FORWARD CHAINING* METHOD

By

NOVENDA

Vegetables are important food for Indonesian people in their daily lives. One of them is the cabbage plant. Cabbage is one type of vegetable that is widely consumed because it contains sources of vitamins A, B, and C, minerals, carbohydrates, and proteins that are useful for health. Cabbage has perishable properties, is a seasonal production, and can not stand a long time to store. Cabbage leaves are soft and the water content is quite a lot, so it is easily penetrated by agricultural tools as well as pests and pathogens. Data from the Central Statistics Agency, cabbage production in 2017 in Indonesia reached 1.44 million tons from the previous year. One factor that causes this is cabbage plant disease. One factor that causes this is cabbage plant disease. The lack of disease control information and the limited number of experts causes these problems to be resolved to the maximum. Therefore in this study an expert system was built that could diagnose cabbage plant diseases based on knowledge obtained from the expert directly. Expert system is built based on web using the Php programming language and Mysql database. The inference method used is the Forward Chaining method. This method can diagnose the disease by adjusting the facts experienced with the rules that have been made. In this study consisted of 7 diseases and 24 symptoms data. Test results show that: (1) Functional testing using the Black Box Equivalence Partitioning (EP) method gets the results as expected in the test scenarios in each test class. (2) Expertise testing by comparing the results of expert diagnoses and the system is appropriate and running well. (3) External testing using a questionnaire involving 20 respondents from the faculty of agriculture shows that the system built has a total percentage value of an average of 83% with the category "**Very Good**".

Keywords: Expert System, Cabbage Plant Disease, *Forward Chaining*

ABSTRAK

SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN KUBIS (*Brassica Oleracea Var Capitata*) DENGAN METODE *FORWARD CHAINING*

Oleh

NOVENDA

Sayuran merupakan bahan pangan penting bagi penduduk Indonesia dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya tanaman kubis-kubisan. Kubis merupakan salah satu jenis sayuran yang banyak dikonsumsi karena mengandung sumber vitamin A, B, dan C, mineral, karbohidrat, dan protein yang berguna bagi kesehatan. Kubis memiliki sifat mudah busuk, produksi musiman, dan tidak tahan disimpan lama. Daun kubis yang lunak dan kandungan air cukup banyak, sehingga mudah ditembus oleh alat pertanian maupun serangan hama dan patogen. Data Badan Pusat Statistik, Produksi kubis pada tahun 2017 di Indonesia mencapai 1,44 juta ton dari tahun sebelumnya. Salah satu faktor yang menyebabkan hal tersebut adalah penyakit tanaman kubis. Kurangnya informasi pengendalian penyakit dan terbatasnya pakar menyebabkan permasalahan tersebut belum dapat diatasi secara maksimal. Oleh karena itu pada penelitian ini dibangun suatu sistem pakar yang dapat mendiagnosa penyakit tanaman kubis berdasarkan pengetahuan yang diperoleh dari pakar langsung. Sistem pakar dibangun berbasis web dengan menggunakan bahasa pemrograman *Php* dan *database Mysql*. Metode inferensi yang digunakan adalah metode *Forward Chaining*. Metode ini dapat mendiagnosa penyakit dengan menyesuaikan fakta yang dialami dengan aturan yang telah dibuat. Pada penelitian ini terdiri dari 7 penyakit dan 24 data gejala. Hasil pengujian menunjukkan bahwa: (1) Pengujian fungsional dengan menggunakan metode *Black Box Equivalence Partitioning* (EP) mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan pada skenario uji di setiap kelas uji. (2) Pengujian kepakaran dengan membandingkan hasil diagnosa pakar dan sistem sudah sesuai dan berjalan baik. (3) Pengujian eksternal dengan kuesioner melibatkan 20 responden dari Fakultas Pertanian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mendapatkan total nilai persentase rata-rata sebesar 83% dengan kategori “**Sangat Baik**”.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Penyakit Tanaman Kubis, *Forward Chaining*

**SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN
KUBIS (*Brassica Oleracea Var Capitata*) DENGAN METODE *FORWARD
CHAINING***

Oleh

NOVENDA

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA ILMU KOMPUTER

Pada

Jurusan Ilmu Komputer
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSIS
PENYAKIT TANAMAN KUBIS
(*Brassica Oleracea Var Capitata*) DENGAN
METODE *FORWARD CHAINING***

Nama Mahasiswa : *Novenda*

No. Pokok Mahasiswa : 1517051026

Jurusan : Ilmu Komputer

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Drs. Rd. Irwan Adi Pribadi, M.Kom. NIP. 19630110 198902 1 002

Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P. NIP. 19610502 198707 2 001

2. Mengetahui

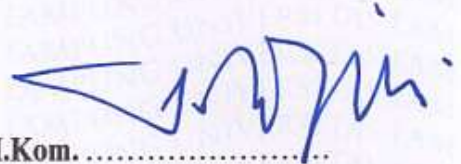
Ketua Jurusan Ilmu Komputer
FMIPA Universitas Lampung

Dr. Ir. Kurnia Muludi, M.S.Sc.
NIP. 19640616 198902 1 001

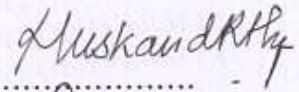
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Drs. Rd. Irwan Adi Pribadi, M.Kom.**



Sekretaris : **Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Febi Eka Febriansyah, M.T.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Suratman, M.Sc.
NIP. 19640604 199003 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **04 Oktober 2019**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi saya yang berjudul “**Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Tanaman Kubis (*Brassica oleracea var capitata*) Menggunakan Metode *Forward Chaining***” merupakan karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang di Skripsi ini telah mengikuti Kaidah Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa Skripsi saya merupakan hasil penjiplakan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang telah saya terima.

Bandar Lampung, 4 Oktober 2019



Novenda
NPM. 1517051026

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Way Sindi Pesisir Barat pada tanggal 30 November 1997, sebagai anak pertama dari lima bersaudara dari pasangan Bapak Ali Murni dan Ibu Masdalena.

Penulis memulai pendidikan sekolah dasar pada tahun 2003, kemudian pada tahun 2009 melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di Madrasah Tsanawiyah Nahdlatul Ulama (MTs. NU Krui) Pesisir Tengah Kabupaten Pesisir Barat yang, dan pada tahun 2012 melanjutkan Sekolah Menengah Atas di MAN 1 PESISIR BARAT yang diselesaikan pada tahun 2015.

Tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama dalam masa perkuliahan, penulis mengikuti organisasi internal jurusan yaitu Himakom (Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer) periode 2015/2016 hingga periode 2016/2017. Pada bulan Januari 2018 penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di PT.PLN (Persero) Sektor Pengendalian Pembangunan Bandar Lampung. Pada bulan Juli-Agustus 2018, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik di Desa Gunung Agung Kecamatan Gunung Terang Kabupaten Tulang Bawang Barat.

PERSEMBAHAN

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala berkah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Kupersembahkan skripsi ini untuk orang-orang yang selalu kuharapkan cinta dan kasih sayangnya. . . .

Teruntuk Ibu dan Bapak yang tidak pernah memutuskan doa untuk anak-anaknya, terimakasih telah membesarkan, mendidik, memberikan dukungan, dan semangat untuk kesuksesan anak-anaknya. Terimakasih atas semua perjuangan, pengorbanan, kesabaran, dan kasih sayang telah kalian berikan untukku.

Teruntuk adik-adikku yang aku sangat sayangi Jopan Afrizal, Sevi Yana, Yudi Agustian, dan Ovika Juliani.

Teruntuk teman-temanku tercinta, terimakasih untuk selalu ada menunggu dan menemani serta keluarga besar tercinta.

Keluarga Ilmu Komputer 2015

Almamater Tercinta,

UNIVERSITAS LAMPUNG.

MOTTO

“Jika Orang Lain Bisa, Maka Aku Juga Termasuk Bisa”
(Penulis)

“Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu, Sesungguhnya Allah bersama orang-orang yang sabar”
(Q.S Al-Baqarah: 153)

“Waktumu terbatas. Jangan Menyia Nyiakannya Dengan Menjalani Hidup Orang Lain”
(Steve Jobs)

“Apabila Anda Berbuat Kebajikan Kepada Orang Lain, Maka Anda Telah Berbuat Baik Terhadap Diri Sendiri”
(Benyamin Franklin)

SANWACANA

Assallamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatu..

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH SWT atas berkat, rahmat, dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Tanaman Kubis (*Brassica oleracea var capitata*) Menggunakan Metode *Forward Chaining*”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini penulis sangat berterimakasih dan memberikan penghargaan yang sedalam-dalamnya kepada seluruh pihak yang membantu penulis menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Saya. Terima kasih kepada saya sendiri yang selalu mencoba walau gagal, bangkit setiap jatuh, dan tetap berjalan sampai garis akhir meski terluka.
2. Bapak Drs. Rd. Irwan Adi Pribadi, M. Kom., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan arahan, bantuan, saran, kritik, serta waktunya selama penulis menjadi mahasiswa maupun dalam penyusunan Skripsi ini.
3. Ibu Dr. Ir. Suskandini Ratih Dirmawati. M.P., selaku Pembimbing Pendamping yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis,

serta memberikan banyak masukan dan bantuan dalam membimbing penulis dalam penulisan Skripsi ini.

4. Bapak Febi Eka Febriansyah, M.T., sebagai Pembahas dan sekaligus sebagai Pembimbing Akademik (PA) yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran yang bermanfaat dalam Skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. Kurnia Muludi, M.S.Sc., sebagai Ketua Jurusan dan Bapak Didik Kurniawan, S.Si., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung.
6. Bapak Drs. Suratman. M. Sc., selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Ilmu Komputer yang telah memberikan ilmu, motivasi, dan pengalaman hidup selama penulis menjadi mahasiswa.
8. Ibu Ade Nora selaku staf administrasi di Jurusan Ilmu Komputer yang telah membantu segala urusan administrasi selama kuliah.
9. Kedua Orangtua tercinta, Bapak dan Ibu sebagai motivasi terbesarku, atas segala doa, pengorbanan, perhatian, kepercayaan, dan cinta kasih sayang yang tulus dalam mendampingi perjuanganku.
10. Nenek dan Kakek yang telah banyak memberikan dukungan, doa, selama Penulis menjadi mahasiswa.

11. Adik-adik ku terkasih Jopan Aprizal, Sevi Yana, Yudi Agustian, dan Ovika Juliani, serta keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan perhatiannya.
12. Seluruh keluarga dan saudaraku yang telah memberikan dukungan selama proses perkuliahan yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
13. Teman Terbaikku Baitur Rahman yang setia mendampingi penulis dalam menyusun skripsi, memberikan motivasi, serta semangat, dan dukungan kepada penulis.
14. Sahabatku tercinta dan terkasih Nina Dwijayanti dan Resvy Haryati yang sudah menjadi sahabatku selama kuliah dan skripsi.
15. Teman-temanku seluruh Classic A terima kasih banyak sudah mewarnai hari-hari selama ini.
16. Sehabatku SMA sekaligus sahabat kuliah Annisya Nurdianti terima kasih banyak atas dukungan dan motivasi selama Penulis menyusun Skripsi.
17. Teman-teman SMA ku, Annisya Nurdianti, Berti Kurnia, Dian Fajriani, Tiara, Yuliana, Fredy, Nafi, Rahmat, Syarif, dan Maulid terima kasih banyak sudah mewarnai hari-hari sampai sekarang.
18. Rekan-rekan S1 Ilmu Komputer 2015 yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih untuk segala dukungan, bantuan, serta kebersamaannya selama ini.

19. Seluruh Civitas Akademika Ilmu Komputer dan FMIPA Unila, juga semua pihak yang telah membantu dan mendukung Penulis dalam penyusunan Skripsi ini.
20. Almamater tercinta, Universitas Lampung yang telah memberikan Penulis kesempatan untuk menempuh pendidikan perkuliahan S1 dengan baik.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, Penulis mohon maaf atas segala kekurangan dan keterbatasan pada skripsi ini. Penulis berharap di balik kekurangan dan kelebihannya, Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Bandar Lampung, 4 Oktober 2019

Penulis,

Novenda

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Kubis	5
2.2 Penyakit-Penyakit Kubis	6
2.2.1 Penyakit Akar Pekuk (<i>Plasmodiophora brassicae</i> Wor)	6
2.2.2 Penyakit Kaki Hitam (<i>Phoma lingam</i>)	8
2.2.3 Penyakit Busuk Hitam (<i>Black rot</i>)	10
2.2.4 Penyakit Becak Daun <i>Alternaria</i> (<i>Alternaria brassicae</i>)	13
2.2.5 Penyakit Tepung Berbulu (<i>Peronospora parasitica</i>)	15
2.2.6 Busuk Basah (<i>Soft Rot</i>).....	17
2.2.7 Penyakit Mosaik	19
2.3 Sistem pakar	20
2.3.1 Definisi Sistem pakar	20
2.3.2 Ciri-Ciri Sistem pakar	21
2.3.3 Manfaat Sistem pakar	22

2.3.4	Struktur Sistem pakar	23
2.4	Teknik Inferensi	26
2.5	Metode <i>Forward Chaining</i>	26
2.6	Metode Pengembangan Sistem	29
2.6.1	Metode <i>Waterfall</i>	29
2.6.2	<i>Unified Modeling Language</i> (UML).....	31
2.7	Teknik Pengujian Perangkat Lunak	33
2.7.1	<i>Black Box Testing</i>	34
2.7.2	Metode Probabilitas Klasik	34
2.7.3	Skala <i>Likert</i>	36
2.8	<i>Hypertext Preprocessor</i> (PHP).....	37
2.9	Database dan MySQL.....	37
III.	METODOLOGI PENELITIAN.....	39
3.1	Waktu Dan Tempat Penelitian	39
3.2	Perangkat Penelitian	39
3.3	Tahapan Penelitian	40
3.3.1	Studi Literatur.....	41
3.3.2	Pengumpulan Data	41
3.3.3	Perancangan Sistem.....	42
3.3.3.1	Perancangan UML (<i>Unified Modelling Language</i>).....	42
3.3.3.2	Rancangan Antar muka	50
3.3.4	Implementasi Sistem/ <i>Coding</i>	70
3.3.5	Pengujian Sistem (<i>Testing</i>).....	70
3.3.6	Penyusunan Laporan	72
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	73
4.1	Analisa Kebutuhan Data	73
4.2	Representasi Pengetahuan	75
4.3	Implementasi Sistem	76
4.3.1	Tampilan Halaman Awal Mengakses Sistem pakar.....	77
4.3.2	Tampilan Halaman <i>Login</i> (Admin)	77

4.3.3	Tampilan Halaman Home/Beranda (Admin)	78
4.3.4	Tampilan Halaman <i>Input</i> Data Penyakit (Admin)	79
4.3.5	Tampilan Halaman Daftar Penyakit (Admin)	80
4.3.6	Tampilan Halaman Input Data Gejala (Admin)	81
4.3.7	Tampilan Halaman Daftar Gejala Penyakit (Admin).....	82
4.3.8	Tampilan Halaman <i>Rule</i> /Aturan (Admin).....	83
4.3.9	Tampilan Halaman Edit <i>Rule</i> /Aturan (Admin)	83
4.3.10	Tampilan Halaman <i>Input</i> Data Artikel (Admin).....	84
4.3.11	Tampilan Halaman Pesan Masuk dari Pengguna (Admin)	85
4.3.12	Tampilan Halaman Pembatasan Input Data (Admin)	86
4.3.13	Tampilan Halaman Bantuan (Admin)	87
4.3.14	Tampilan Halaman Tentang (Admin)	88
4.3.15	Tampilan Halaman Data Admin.....	89
4.3.16	Tampilan Halaman Tambah Data Admin	90
4.3.17	Tampilan Halaman Home/Beranda (Pengguna).....	91
4.3.18	Tampilan Halaman Proses Diagnosa (Pengguna)	92
4.3.19	Tampilan Halaman Hasil Dianosa (Pengguna)	93
4.3.20	Tampilan Halaman Data Gejala Penyakit	94
4.3.21	Tampilan Halaman Komentar/Saran (Pengguna).....	95
4.3.22	Tampilan Halaman Petunjuk Penggunaan Sistem.....	96
4.4	Pengujian Sistem	97
4.4.1	Pengujian Fungsional	97
4.4.2	Pengujian Kepakaran.....	108
4.4.3	Pengujian Eksternal	112
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	116
5.1	Kesimpulan.....	116
5.2	Saran.....	116
	DAFTAR PUSTAKA.....	117
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Kubis Kol Bulat Sehat (<i>Brassica Oleracea</i> Var <i>Capitata</i>)	6
Gambar 2.2 Penyakit Akar Pekuk	7
Gambar 2.3 Gejala Penyakit Kaki Hitam pada batang Kubis. Kiri Tanaman Muda dengan Bercak pada Batang nya. Kanan Bercak Dibesarkan	9
Gambar 2.4 Penyakit Busuk Hitam.....	11
Gambar 2.5 Penyakit Becak Daun <i>Alternaria</i>	14
Gambar 2.6 Penyakit Busuk Basah	17
Gambar 2.7 Komponen dalam sebuah sistem pakar	24
Gambar 2. 8 Iterasi Ke-1	27
Gambar 2. 9 Iterasi Ke-2	28
Gambar 2.10 Iterasi Ke-3	28
Gambar 2.11 Metode Waterfall.....	29
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	40
Gambar 3. 2 Use Case Diagram	43
Gambar 3. 3 Activity Diagram Kelola Daftar Penyakit	44
Gambar 3. 4 Activity Diagram Kelola Daftar Gejala	45
Gambar 3. 5 Activity Diagram Kelola Aturan	46
Gambar 3. 6 Activity Diagram Melihat Menu Bantuan Admin.....	47

Gambar	Halaman
Gambar 3. 7 Activity Diagram Tentang Admin.....	47
Gambar 3. 8 Activity Diagram Akses Daftar Gejala	48
Gambar 3. 9 Activity <i>diagram</i> Diagnosa Penyakit	48
Gambar 3. 10 Activity Diagram Melihat Menu Artikel.....	49
Gambar 3. 11 Activity Diagram Melihat Menu Bantuan Pengguna.....	50
Gambar 3. 12 Halaman <i>login</i>	51
Gambar 3. 13 Halaman Utama Sistem.....	52
Gambar 3. 14 Halaman Daftar Penyakit	53
Gambar 3. 15 Rancangan Halaman Tambah Penyakit Baru Kubis	54
Gambar 3. 16 Rancangan Halaman Edit Data Penyakit	55
Gambar 3. 17 Halaman Daftar Gejala.....	56
Gambar 3. 18 Rancangan Halaman Tambah Gejala	57
Gambar 3. 19 Rancangan Halaman Edit Gejala.....	58
Gambar 3. 20 Rancangan Halaman Data Aturan	59
Gambar 3. 21 Halaman Rancangan Edit Aturan	60
Gambar 3. 22 Halaman Rancangan Artikel Penyakit Tanaman Kubis.....	61
Gambar 3. 23 Halaman Bantuan	62
Gambar 3. 24 Halaman Tentang	62
Gambar 3. 25 Halaman Data Admn	63
Gambar 3. 26 Halaman Tambah Admin Baru	64
Gambar 3. 27 Halaman Beranda Pengguna	65
Gambar 3. 28 Rancangan Halaman Diagnosa Penyakit.....	66
Gambar 3. 29 Lanjutan Halaman Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis.....	66

Gambar	Halaman
Gambar 3. 30 Halaman Rancangan Hasil Diagnosa Penyakit	67
Gambar 3. 31 Halaman Rancangan Data Gejala.....	67
Gambar 3. 32 Rancangan Halaman Masukkan Pengguna	68
Gambar 3. 33 Rancangan Halaman Masukkan Pengguna	69
Gambar 3. 34 Rancangan Halaman Tentang.....	69
Gambar 4. 1 Halaman Awal Sistem Pakar Penyakit Tanaman Kubis	77
Gambar 4. 2 Tampilan Halaman Login	78
Gambar 4. 3 Tampilan Halaman Home/Beranda.....	79
Gambar 4. 4 Tampilan Halaman Input Data Penyakit	80
Gambar 4. 5 Potongan Tampilan Halaman Datar Penyakit	81
Gambar 4. 6 Tampilan Halaman Input Data Gejala.....	82
Gambar 4. 7 Potongan Tampilan Halaman Daftar Gejala Penyakit	82
Gambar 4. 8 Tampilan Halaman Daftar Rule/Aturan	83
Gambar 4. 9 Tampilan Halaman Edit <i>Rule</i> /Aturan.....	84
Gambar 4. 10 Halaman Tambah Data Kategori Artikel	85
Gambar 4. 11 Halaman Input Data Artikel	85
Gambar 4. 12 Tampilan Halaman Pesan Masuk dari Pengguna.....	86
Gambar 4. 13 Tampilan Halaman Pembatasan Data	87
Gambar 4. 14 Potongan Tampilan Halaman Bantuan.....	88
Gambar 4. 15 Tampilan Halaman Tentang	89
Gambar 4. 16 Halaman Data Admin.....	90
Gambar 4. 17 Tampilan halaman Tambah Admin Baru	91
Gambar 4. 18 Potongan Halaman Beranda	92

Gambar	Halaman
Gambar 4. 19 Halaman Identitas Pengguna	92
Gambar 4. 20 Halaman Proses Diagnosa	93
Gambar 4. 21 Tampilan Halaman Hasil Diagnosa Penyakit.....	94
Gambar 4. 22 Potongan Data Gejala.....	95
Gambar 4. 23 Halaman Komentar/Saran Pengguna	96
Gambar 4. 24 Halaman Petunjuk Penggunaan Sistem.....	97

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Simbol-Simbol dalam Use Case Diagram	32
Tabel 2.2 Simbol-Simbol Activity Diagram	33
Tabel 2.3 Tabel Kemungkinan.....	35
Tabel 4.1 Daftar Nama Penyakit Tanaman Kubis	74
Tabel 4.2 Daftar Nama Gejala-Gejala Penyakit Tanaman Kubis	74
Tabel 4.3 Hasil pengujian <i>black box</i> sistem untuk Admin.....	98
Tabel 4.4 Hasil pengujian <i>black box</i> sistem untuk pengguna	106
Tabel 4.5 Pengujian Analisa Sistem Pakar Penyakit Tanaman Kubis	109
Tabel 4.6 Interval dan Kategori Penilaian.....	113
Tabel 4.7 Hasil Penilaian Responden 20 Mahasiswa Pertanian Terhadap Pengujian	114

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sayuran merupakan bahan pangan penting bagi penduduk Indonesia dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya tanaman kubis-kubisan. Kubis merupakan salah satu jenis sayuran yang banyak dikonsumsi karena berbagai manfaat yang terdapat di dalam kubis. Kubis dikenal sebagai sumber vitamin A, vitamin B, dan vitamin C, mineral, karbohidrat, dan protein yang berguna bagi kesehatan. Kubis berbeda dari jenis sayuran lainnya, kubis memiliki sifat mudah busuk, produksi musiman, dan tidak tahan disimpan lama. Sifat mudah busuk ini dapat disebabkan oleh daun yang lunak dan kandungan air cukup tinggi sehingga mudah ditembus oleh alat-alat pertanian dan hama atau penyakit tanaman (Herminanto, 2004).

Data Badan Pusat Statistik (2017), menunjukkan bahwa produksi kubis pada tahun 2017 di Indonesia mencapai 1,44 juta ton. Enam provinsi penghasil kubis terbesar dengan produksi mencapai 1,2 juta ton atau 83,16% dari total produksi Nasional yaitu Provinsi Jawa Tengah sebesar 21,09%, Jawa Barat sebesar 20,21%, Jawa Timur sebesar 17,8%, Sumatera Utara sebesar 12,5%, Sumatera Barat sebesar 6,18 %, dan Bengkulu sebesar 5,38%. Kenaikan hasil panen kubis terjadi pada tahun 2013, 2015, 2016, dan 2017. Pada Tahun 2017, hasil panen

kubis mengalami kenaikan yang signifikan sebesar 26,28% dibandingkan dengan tahun sebelumnya.

Penyakit tanaman kubis merupakan salah satu hal yang tidak diinginkan oleh para petani karena dapat menyebabkan gagal panen dan mengakibatkan para petani mengalami banyak kerugian. Selama ini penyebab penyakit pada tanaman kubis-kubisan antara lain penyakit Akar Pekuk, penyakit Kaki Hitam, penyakit Busuk Hitam, Bercak Daun *Alternaria*, penyakit Tepung Berbulu, penyakit Busuk Basah, penyakit Mosaik. Adapun penyakit-penyakit lain pada kubis-kubisan antara lain penyakit Rebah Semai, penyakit Layu dan Busuk Akar, penyakit Jamur *Fusarium*, penyakit *Antraknosa* dan Busuk Daun, penyakit Bercak Daun, dan penyakit Karat Putih.

Sistem pakar berasal dari istilah *knowledge-based expert system*, yaitu sebuah program yang berfungsi untuk menirukan seorang pakar atau ahli sehingga program tersebut dapat melakukan apa yang dikerjakan oleh seorang pakar. Pembentukan sistem pakar didasarkan pada suatu ide dengan mentransfer pengetahuan seorang Pakar ke dalam komputer. Pengetahuan yang tersimpan digunakan untuk menyelesaikan masalah yang sesuai dengan pengetahuan yang telah diperoleh. Dengan adanya sistem pakar, maka keluaran yang akan dihasilkan lebih efektif, terorganisir, dan tepat dibandingkan dengan keluaran yang dihasilkan oleh manusia (Hartati dkk, 2008). Mendiagnosis penyakit tanpa harus bertemu langsung dengan pakar. Dalam bidang pertanian sistem pakar dapat membantu para petani untuk mendiagnosis atau mengidentifikasi penyebab penyakit atau hama yang menyerang tanaman (Sarma, dkk, 2010). Untuk

mengatasi kendala tersebut, para petani membutuhkan pengetahuan tentang informasi penyakit, gejala, dan solusi pengendaliannya. Namun demikian, ketersediaan informasi mengenai penyakit tanaman kubis yang mereka miliki masih terbatas sehingga menyebabkan kesulitan dalam pengendaliannya.

Pada masa sekarang perkembangan dunia teknologi sudah sangat pesat. Seperti yang diketahui, saat ini pengguna *smartphone* dapat melakukan banyak hal, mulai dari kegiatan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari sampai yang berkaitan dengan masalah pekerjaan masyarakat terutama di bidang pertanian. Hal ini para pengembang aplikasi semakin berlomba-lomba untuk membuat suatu inovasi baru yang mampu memenuhi kebutuhan dan meningkatkan produktivitas masyarakat. Maka dibutuhkan peran seorang Pakar dalam bidang penyakit tanaman kubis sebagai media konsultasi dari sumber informasi, sehingga resiko gagal panen dapat dihindari atau ditekan seminimal mungkin. Akan tetapi keberadaan Pakar dan domisioner jauh. Hal inilah yang menyebabkan permasalahan tersebut belum dapat diatasi secara maksimal. Pada penelitian ini akan membuat Sistem Pakar Mendiagnosis Penyakit Tanaman Kubis.

1.2 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan pada tanaman kubis.
2. Metode yang digunakan untuk mendiagnosis penyakit tanaman kubis yaitu Metode Pelacakan Kedepan (*Forward Chaining*).
3. Sistem pakar yang dibangun berbasis web.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana membuat Sistem Pakar untuk Mendiagnosis Penyakit Tanaman Kubis menggunakan Metode *Forward Chaining* yang dapat mempermudah seorang petani untuk mendiagnosis penyakit tanaman Kubis dan cara penanganannya.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk *database* penyakit dan gejala-gejalanya dan untuk menghasilkan Sistem Pakar Mendiagnosis Penyakit Tanaman Kubis menggunakan Metode *Forward Chaining* yang dapat mempermudah seorang petani untuk mendiagnosis penyakit tanaman kubis dan cara penanganannya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membantu masyarakat atau para petani mendapatkan informasi tentang jenis-jenis penyakit tanaman kubis dan solusi pengendaliannya.
2. Memperluas aplikasi sistem pakar pada berbagai persoalan dalam dunia nyata.
3. Mempermudah dan mempercepat waktu seseorang untuk mendeteksi penyakit tanaman kubis.
4. Menghasilkan sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit tanaman kubis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kubis

Kubis merupakan salah satu jenis sayuran famili *Brassicaceae* berupa tumbuhan berbatang lunak yang dikenal sejak jaman purbakala (2000-2500 SM) dan merupakan tanaman yang dipuja dan dimuliakan masyarakat Yunani Kuno. Kubis dengan nama latin *Brassica oleracea Var capitata* pada mulanya merupakan tumbuhan liar di daerah subtropik. Tanaman ini berasal dari daerah Eropa yang ditemukan pertama di Cyprus, Italia, dan Mediteranian. Tanaman kubis termasuk dalam golongan tanaman sayuran semusim atau umur pendek. Tanaman kubis hanya dapat dilakukan panen satu kali setelah itu akan mati. Pemanenan kubis dilakukan pada saat umur kubis mencapai 60-70 hari setelah tanam (Cahyono, 2001).

Kubis memiliki ciri khas membentuk krop. Pertumbuhan awal ditandai dengan pembentukan daun secara normal. Namun semakin dewasa daun-daunnya mulai melengkung ke atas hingga akhirnya tumbuh sangat rapat. Pada kondisi ini petani biasanya menutup krop dengan daun-daun di bawahnya supaya warna krop makin pucat. Apabila ukuran krop telah mencukupi maka kubis siap dipanen. Kubis segar mengandung banyak vitamin, seperti vitamin A, vitamin B, dan vitamin C, mineral, karbohidrat, dan protein. Tingginya kandungan vitamin C pada kubis

dapat mencegah timbulnya sariawan. Vitamin-vitamin ini sangat berperan dalam memenuhi kebutuhan manusia. Mineral yang banyak dikandung adalah kalium, kalsium, fosfor, natrium, dan besi. Kubis segar juga mengandung sejumlah senyawa yang merangsang pembentukan glutathione, zat yang diperlukan untuk menonaktifkan zat beracun dalam tubuh manusia. Adapun gambar tananam kubis dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kubis Kol Bulat Sehat (*Brassica Oleracea* Var *Capitata*)
(Cahyono, 2001)

2.2 Penyakit-Penyakit Kubis

Berikut ini merupakan beberapa penyakit penyebab produktivitas tanaman kubis terganggu diantaranya:

2.2.1 Penyakit Akar Pekuk (*Plasmodiophora brassicae* Wor)

Penyakit akar pekuk (akar gada, akar bengkak, *club root*) baru diketahui untuk pertama kali di Indonesia pada tahun 1975 (Suhardi *et al.*, 1976). Penyakit akar pekuk dapat menjangkiti bermacam-macam tumbuhan dari familia kubis-kubisan,

baik tanaman pertanian maupun tumbuhan liar. Kerugian yang ditimbulkannya dapat sangat besar, karena pertanaman dapat sama sekali tidak memberikan hasil yang dapat dijual. Penyakit hanya terbatas pada tumbuhan yang termasuk familia kubis-kubisan. Penyakit akar pekok dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Penyakit Akar Pekuk (Wilhelmina, 2008)

Gejala- Daun tiba-tiba memucat dan layu pada siang hari. Pada sore hari daun kembali segar. Terjadinya bintil atau kelenjar yang tidak teratur kemudian bintil-bintil ini bersatu. Akar-akar terinfeksi jamur menyebabkan pembelahan dan pembesaran sel.

Penyebab Penyakit- Penyakit disebabkan oleh jamur *Plasmodiophora brassicae* Wor, oleh Woronin dikelompokkan ke dalam kelas jamur lendir. Jamur ini mempunyai daur hidup yang cukup sulit, sebagaimana telah diungkapkan oleh Woronin lebih dari satu abad yang lalu. Jamur membentuk spora tahan bulat, hialin, garis tengahnya dapat mencapai 4 μm . Spora tahan ini dapat berkecambah dalam medium yang sesuai, membengkak sampai mencapai ukuran beberapa kali dari ukuran semula.

Daur Penyakit- Spora tahan akan terbebas dari akar sakit jika akar ini terurai oleh jasad-jasad sekunder. Spora ini dapat segera tumbuh, tetapi dapat juga bertahan sangat lama.

Pengendalian Penyakit- Tanah yang sudah terinfeksi *Plasmodiophora brassicae* sukar dibebaskan dari jamur itu kembali. Menurut Cruger (1983) dan Sherf dan MacNab (1986) tanah yang sudah terinfeksi baru dapat dibebaskan dari jamur tersebut jika tidak ditanami dengan tanaman yang rentan selama 7 tahun. Dengan demikian pada umumnya untuk mengendalikan akar pekuk, rotasi sukar dianjurkan. Untuk mengendalikan penyakit yang dapat dianjurkan adalah:

- Mencegah masuknya *Plasmodiophora brassicae* ke daerah-daerah yang masih bebas. Khususnya jangan mengangkut bibit (semai) dari daerah yang terinfeksi. Sebaiknya pembibitan dibuat di lokasi yang bebas patogen.
- Meningkatkan pH tanah dengan pengapuran. Sepanjang lahan tidak akan ditanami dengan kubis, karena pengapuran akan menggalakkan penyakit. Banyaknya kapur yang diberikan tergantung dari tanah
- Mengobati tanah dengan fungisida yang dipakai Brassicol (quintozene), Benlate (Benomyl), Vapam (Natrium n-metil ditiokarbamat), dan Topsin M (Tiofanat-metil).

2.2.2 Penyakit Kaki Hitam (*Phoma lingam*)

Penyakit ini cukup terkenal di banyak negara, meskipun tidak merata. Penyakit sudah cukup lama terdapat di Thailand (Giatgong, 1980). Penyakit Kaki Hitam dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Gejala Penyakit Kaki Hitam pada batang Kubis. Kiri Tanaman Muda dengan Bercak pada Batang nya. Kanan Bercak Dibesarkan (Wilhelmina, 2008)

Gejala- Pada pangkal batang dekat permukaan tanah terdapat kanker memanjang berwarna coklat muda. Pada daun terdapat bercak-bercak berwarna gelap. Pada akar yang sakit akan rusak sedikit demi sedikit sehingga tanaman menjadi layu kemudian mati. Daun-daun yang segar ditepi terdapat berwarna kemerahan.

Penyebab Penyakit- Miselium bersekat, bercabang-cabang, pada waktu muda hialin, kelak mempunyai dinding yang gelap. Bentuk dan ukuran piknidium sangat bervariasi. Biasanya berbentuk botol, warna gelap, dan kadang-kadang dengan paruh atau yang menonjol.

Daur Penyakit- penyebab penyakit ini mempertahankan diri musim ke musim dalam kulit biji dan dalam sisa-sisa tanaman sakit (walker, 1952) pada biji yang terinfeksi, tetapi masih dapat berkecambah, kulit biji akan terangkat keatas tanah dan melekat pada salah satu keping biji (kotiledon). Keping biji akan terinfeksi, jamur berkembang ke batang semai (hipokotil) sehingga semai mati. Semai

seperti ini biasanya mati dipesemaian tanpa diketahui, namun disini jamur sempat membentuk badan buah (piknidium) yang menghasilkan konidium.

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Penyakit- Berkembangnya penyakit ini tergantung dari curah hujan. Infeksi sekunder yang terjadi di persemaian tergantung dari seringnya hujan.

Pengendalian Penyakit:

1. Pemencaran penyakit ke daerah yang belum terjangkau harus dicegah.
2. Menanam benih yang sehat, khususnya untuk biji yang sudah disimpan 2 atau 3 tahun.
3. Sanitasi pertanaman, Sisa-sisa tanaman, khususnya tanaman sakit, dipendam dalam tanah cukup dalam, agar tidak menjadi sumber infeksi bagi pertanaman yang akan datang atau pertanaman sekitarnya.
4. Tidak membuat persemaian di tanah yang mungkin mengandung penyebab penyakit. Di daerah yang sudah terjangkau sebaiknya persemaian dibuat di lahan yang selama tiga tahun tidak ditanami dengan kubis-kubisan.

2.2.3 Penyakit Busuk Hitam (*Black rot*)

Penyakit Busuk Hitam (*black rot*) terdapat di semua daerah penanaman kubis di seluruh dunia dan menimbulkan kerugian yang besar. Untuk pertama kali dilaporkan bahwa penyakit terdapat di Indonesia pada tahun 1931, penyakit terdapat di Seribu Dolok (Sumatera Utara) (Leefmans, 1934). Seterusnya pada tahun 1932 dilaporkan bahwa busuk hitam ditemukan disekitar Bukit tinggi (Sumatera Barat) dan Yogyakarta (van der Goot, 1934). Penelitian mengenai penyakit ini baru dimulai pada tahun 1948 (Thung, 1949). Dewasa ini penyakit

tersebar di Sumatera, Jawa, dan Sulawesi (Anon, 1987/1988). Penyakit busuk hitam juga merupakan penyakit yang penting di Malaysia, Thailand, dan Filipina (Benigno dan Quebral, 1977; Giatgong, 1980; Ho, 1985). Penyakit busuk hitam dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Penyakit Busuk Hitam (Wilhelmina, 2008)

Gejala- Mula-mula di tepi-tepi daun terdapat daerah-daerah yang berwarna kuning atau pucat, yang kemudian meluas ke bagian tengah. Tulang-tulang daun berwarna coklat tua atau hitam. Jaringan helai daun yang mengering seperti selaput dan tulang-tulang daun berwarna hitam.

Penyebab Penyakit-Bakteri *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris* (Pamm.) Dye, 1978, pada waktu ini masih lebih banyak dikenal sebagai *Xanthomonas campestris* (Pamm.) Dowson. Bakteri ini mempunyai banyak sinonim, yaitu *Bacillus campestris* Pamm., *Pseudomonas campestris* (Pamm.) E.F. Sm., *Bacterium campestre* (Pamm.) E.F. Sm., *Bacterium campestris* (Pamm.) Bergey et al.

Daur Penyakit- Bakteri mempertahankan diri dari musim ke musim pada biji-biji kubis, dalam tanah, pada pertumbuhan inang lain, atau dalam sisa-sisa tanaman sakit. Hampir semua anggota familia kubis-kubisan (*Cruciferae*) dapat menjadi tumbuhan inang dari *X campestris* pv. *campestris*). Bakteri masuk ke dalam tananaman kubis melalui pori air (hidatoda, emisaria) yang terdapat pada ujung-ujung berkas pembuluh di tepi tepi daun. Di waktu malam biasanya udara di sekitaran tanaman kubis mempunyai kelembaban yang sangat tinggi, sehingga air keluar dari pori air sebagai air gutasi yang tergantung-gantung lama di tepi daun. Di waktu pagi. Setelah kelembaban udara turun, air gutasi yang masih tergantung dapat terisap kembali ke dalam berkas pembuluh bersama-sama dengan bakteri yang terdapat di dalamnya. Adanya saluran air yang berkesinambungan dari bagian luar ke bagian dalam tanaman merupakan keadaan yang sangat baik untuk infeksi. Infeksi melalui mulut kulit jarang terjadi. Mungkin ini disebabkan karena di dalam ruang udara di belakang sel-sel penutup tidak terdapat air sebagai cairan, melainkan sebagai uap. Bakteri dapat juga masuk melalui luka-luka pada daun. Infeksi melalui akar-akar jarang terjadi.

Pengendalian Penyakit:

1. Menanam benih yang sehat, yang didapat dari perusahaan pembuat bibit yang dapat dipercaya. Benih yang sehat ini pada umumnya di daerah yang mempunyai iklim kering, khususnya pada waktu perkembangan tanaman penghasil biji. Mengadakan pergiliran tanaman yang tepat. Lahan yang mengalami infestasi berat ditanami kubis-kubisan, paling sedikit selama 3 tahun.

2. Untuk mengurangi sumber infeksi, tanaman, dan daun-daun yang sakit dipendam dalam tanah.
3. Menjaga sanitasi persemaian dan kebun, terutama adanya kubis-kubisan liar yang mungkin menjadi sumber infeksi.
4. Menanam jenis-jenis yang tahan, sangat rentan terhadap busuk hitam, terutama dalam musim hujan. Kubis setek “Argalingga” tahan terhadap penyakit ini, tetapi umurnya panjang dan dalam perdagangan mutunya dinilai kurang baik. Jenis pujon dan syanghai yang banyak ditanam di Jawa Timur mempunyai ketahanan cukup.
5. Menutup tanah dengan jerami dapat mengurangi penyakit. Namun anjuran ini sulit dilakukan, karena kubis kebanyakan ditanam di pegunungan di luar daerah persawahan.

2.2.4 Penyakit Becak Daun *Alternaria* (*Alternaria brassicae*)

Di Indonesia becak daun yang disebabkan oleh jamur *Alternaria* merupakan penyakit yang cukup penting pada kebanyakan kubis-kubisan. Penyakit tersebar luas di Sumatera, Jawa, Sulawesi, dan Irian Jaya (Anon., 1987/1988; Jhonston, 1961; Suhardi, 1988). Penyakit bercak daun *alternaria* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Penyakit Becak Daun Alternaria (Wilhelmina, 2008)

Gejala- Pada daun terdapat becak-becak kecil berwarna kelabu gelap, yang meluas dengan cepat sehingga terjadi becak bulat, yang garis tengahnya dapat mencapai 1 (satu) μm . Pada cuaca lembab jamur tampak sebagai bulu-bulu halus kebiruan dipusat becak. Pada tangkai, batang, dan polongan (buah) becak berbentuk garis.

Penyebab Penyakit- Becak daun pada kubis disebabkan oleh jamur yang berbeda, yang disebut *A. raphanin* Groves *et* Sko; ko (Sigh, 1969). Jamur ini mirip dengan *A. brassicae*, namun konidiumnya mempunyai paruh yang lebih pendek, dengan ukuran 70-115 X 14-18 μm . selain itu jamur membentuk *klamidospora* bulat, terdiri dari banyak sel, berwarna coklat zaitun.

Daur Penyakit- Becak daun membentuk banyak konidium bila cuaca lembab. Konidium disebarkan oleh Angin. Jamur dapat terbawa oleh biji. Jika biji ini ditanam, jamur akan menginfeksi semai. Jamur juga dapat menyerang pangkal batang bibit yang menyebabkan penyakit rebah-semai (*damping-off*). Sisa-sisa tanaman sakit dapat menjadi sumber infeksi, karena jamur dapat bertahan sebagai konidium maupun miselium.

Pengendalian Penyakit:

1. Untuk membunuh jamur yang terbawa oleh biji dilakukan perawatan biji dengan air panas (*hot water treatment*) dengan suhu 50°C selama 30 menit. Pekerjaan ini harus dilakukan dengan sangat hati-hati, sebab jika suhu terlalu tinggi daya kecambah biji akan tertekan, sebaliknya jika terlalu rendah jamur tidak akan mati.
2. Pada kubis sering diperlukan penyemprotan dengan fungisida untuk keperluan ini dipakai Difolatan 4F (kaptafol). Pada musim kemarau selain Difolatan dapat juga dipakai Antracol (propineb), Dithane M-45 (mankozebe), dan Manzate D (Maneb).

2.2.5 Penyakit Tepung Berbulu (*Peronospora parasitica*)

Penyakit dapat timbul pada bermacam-macam tanaman kubis-kubisan, meskipun penyakit pada tanaman-tanaman ini disebabkan oleh ras-ras patogen yang berbeda. Di Jawa Barat dilaporkan bahwa penyakit timbul pada kubis dan kubis bunga secara kurang tepat para petani sering menyebut penyakit ini sebagai “Embun Tepung” (Anon., 1984).

Gejala- Diatas daun jaringan di antara tulang-tulang daun menguning. Pada daun yang menguning berubah menjadi coklat ungu dan tekstur daun menjadi seperti kertas. Daun-daun bawah rontok. Pada sisi bawah daun terdapat kapang putih seperti tepung.

Penyebab Penyakit- Penyakit disebabkan oleh jamur *Peronospora parasitica* Pers. ex Fr., yang membentuk konidiofor melalui mulut kulit, bercabang-cabang

dikotom 6-8 kali, sehingga keseluruhannya mirip dengan pohon. Tingginya 100-130 μm . Sterigma panjang, tipis, dan runcing, satu sama lain membentuk sudut tumpul, tiap ujungnya mendukung satu konidium. Konidium jorong atau bulat telur, hialin, dengan ukuran 24-27 x 15-20 μm . Konidium mudah lepas dan berkecambah dengan membentuk pembuluh kecambah.

Daur Penyakit- sampai saat ini belum diketahui dengan jelas cara jamur mempertahankan diri dari musim ke musim dalam kondisi Indonesia, namun kemungkinan besar jamur dapat bertahan karena selalu terdapat tanaman kubis atau kubis bunga di lapang, baik yang ditanam maupun yang tumbuh secara liar. Ras yang dapat menyerang kubis mempunyai sifat yang khusus, sehingga mungkin tidak dapat bertahan pada tumbuhan lain.

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Penyakit-penyakit sangat dipengaruhi oleh lingkungan. Sampai sekarang belum diketahui mengapa di sekitar Lembang penyakit tepung berbulu lebih banyak dari pada di sekitar Cipanas (Vermeulen dan Bustamam, 1977).

Penyakit berkembang paling baik pada suhu 10-15 °C, pada cuaca mendung atau ditempat yang teduh, sehingga embun terdapat sepanjang hari (Graham, 1971; Walker, 1952). Penyakit lebih banyak terdapat di persemaian, tetapi berbeda dengan penyakit tepung berbulu pada umumnya, daun tua ternyata lebih rentan terhadap penyakit ini.

Pengendalian Penyakit- kerana penyakit banyak merugikan terutama di persemaian, usaha pengendalian perlu sangat diperhatikan, berikut ini yang perlu diperhatikan:

- Mengurangi kelembaban persemaian.
- Tanaman yang sakit segera dicabut dan dibakar.
- Persemaian disemprot dengan fungisida untuk keperluan ini yang dipakai Dhitane M-45 (mankozeb), Difolatan 4F (kaptafol), dan Antracol (propineb)

2.2.6 Busuk Basah (*Soft Rot*)

Busuk Basah (*Soft rot*) adalah penyakit yang merugikan pada tanaman-tanaman sayuran, termasuk kubis-kubisan, baik di lapang maupun di dalam penyimpanan dan pengangkutan sebagai penyakit pascapanen. Penyakit tersebar umum di seluruh dunia. Meskipun di Indonesia belum pernah diteliti secara khusus, namun penyakit sering ditemukan di pertanaman maupun di pasar-pasar. Penyakit busuk basah dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Penyakit Busuk Basah (Wilhelmina, 2008)

Gejala- Berwarna coklat atau kehitaman pada daun, batang, dan umbi. Bagian yang terinfeksi bermula terjadi bercak kebasahan. Berbutir-butir halus

Penyebab Penyakit- Penyakit disebabkan oleh bakteri *Erwinia carotovora* pv. *carotovora* (Jones) Dye, 1978, yang dulu lazim disebut sebagai *Erwinia carotovora* (Jones) Holland. Bakteri menghasilkan enzim pectinase yang dapat menguraikan pectin (yang berfungsi untuk merekatkan dinding-dinding sel yang berdampingan). Dengan terurainya pectin sel-sel akan lepas satu sama lain.

Daur Penyakit- Bakteri dapat menyerang bermacam-macam tanaman pertanian maupun hasil-hasilnya, khususnya tanaman hortikultura. Bakteri juga dapat mempertahankan diri dalam tanah dan dalam sisa-sisa tanaman di lapang. Pada umumnya infeksi terjadi melalui luka atau lentisel. Infeksi dapat terjadi melalui luka-luka karena gigitan serangga atau karena alat-alat pertanian. Larva dan imago lalat buah dapat menularkan bakteri, karena serangga ini membuat luka dan mengandung bakteri dalam tubuhnya. Di dalam simpanan dan pengangkutan infeksi terjadi melalui luka karena gesekan, dan sentuhan antara bagian tanaman yang sehat dengan yang sakit.

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Penyakit- Pembusukan berlangsung dengan cepat dalam udara yang lembab dan pada suhu yang relatif tinggi. Dalam lingkungan sedemikian waktu singkat seluruh bagian tanaman terinfeksi membusuk sehingga tanaman mati. Dengan demikian di dataran rendah penyakit busuk basah menimbulkan kerugian yang lebih besar (Sunarjono, 1980).

Pengendalian Penyakit – Di Indonesia pengetahuan mengenai penyakit busuk basah pada kubis kubisan masih sangat terbatas, sehingga anjuran yang mantap untuk mengendalikan penyakit tersebut belum dapat diberikan. Untuk sementara Machmud (1984) memberikan anjuran sebagai berikut:

1. Sanitasi. Menjaga kebersihan kebun dari sisa-sisa tanaman sakit sebelum penanaman.
2. Menanam dengan jarak yang tidak terlalu rapat untuk menghindari kelembaban yang terlalu tinggi, terutama di musim hujan.
3. Pada waktu memelihara tanaman diusahakan untuk sejauh mungkin menghindari terjadinya luka yang tidak perlu, khususnya pada waktu menyiang.
4. Pengendalian pasca panen dilakukan dengan (a) mencuci tanaman dengan air yang mengandung klorin, (b) mengurangi terjadinya luka dalam penyimpanan dan pengangkutan, dan (c) menyimpan dalam ruang yang cukup kering, mempunyai ventilasi cukup, sejuk, dan difumigasi sebelumnya.

2.2.7 Penyakit Mosaik

Kubis di daerah Cipanas, Jawa Barat, banyak terdapat gejala mosaik. Sering dalam suatu pertanaman lebih dari 50% bergejala, sehingga produksinya sangat berkurang. Penyakit ini baru mulai diteliti tahun 1982 (Sulyo, 1985). Di Malaysia dilaporkan adanya penyakit mosaik pada *Brassica chinensis* L., *B. juncea* Coss., dan *B. rapa* L. (Singh, 1980). Penyakit ini belum diteliti lebih lanjut.

Gejala- Pada daun terdapat gambaran mosaik yang disertai dengan adanya lepuh-lepuh. Tulang-tulang daun menjadi pucat. Pertumbuhan tanaman terhambat.

Penyebab Penyakit- Penyakit disebabkan oleh virus Mosaik Turnip (*turnip mosaic virus, TuMV*) (Sulyo, 1985). Virus mempunyai titik pemanasan 55-60 °C, titik pengenceran terakhir 1:1.000-10.000, dan tahan disimpan dalam saps (cairan perasan) tanaman sakit sampai 4 hari. Zarah virus berbentuk batang-batang lentur.

Virus mosaik turnip termasuk ke dalam kelompok virus Y kentang (*potato virus Y*, *pvy*; *potato Y virus*, *Potyvirus*) (Bos, 1983).

Daur Penyakit- Virus dapat menular secara mekanik dengan gosokan, dan dapat ditularkan secara nonpersisten oleh kutu daun *Myzus persicae* Sulz. dan *Aphis craccivora* Koch. Tidak semua anggota familia kubis-kubisan dapat terinfeksi oleh virus ini. Virus menimbulkan gejala mosaik pada caisin (jenis Cipanas), petsai (jenis Granat), sawi hijau lokal (*Brassica juncea*).

Pengendalian Penyakit- Karena pengetahuan mengenai penyakit ini masih sangat kurang, anjuran pengendalian yang mantap belum dapat diberikan. Untuk sementara yang dapat dianjurkan adalah:

1. Persemaian jangan dibuat dekat dengan tempat yang diperkirakan dapat menjadi sumber infeksi, karena virus dapat ditularkan oleh kutu daun.
2. Mencabut tanaman yang bergejala, khususnya di persemaian dan pertanaman muda.

2.3 Sistem pakar

2.3.1 Definisi Sistem pakar

Menurut Martin dan Oxman (1988) dalam Kusri (2006), Sistem pakar (Expert System) adalah sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta, dan teknik penalaran dalam memecahkan masalah yang biasanya hanya dapat dipecahkan oleh seorang Pakar dalam bidang tersebut.

Pada dasarnya sistem pakar diterapkan untuk mendukung aktivitas pemecahan masalah. Beberapa aktivitas pemecahan masalah yang dimaksud antara lain:

pembuatan keputusan (*decision making*), pemanduan pengetahuan (*knowledge fusing*), pembuatan desain (*designing*), perencanaan (*planning*), prakiraan (*forecasting*), pengaturan (*regulating*), pengendalian (*controlling*), diagnosis (*diagnosing*), perumusan (*prescribing*), penjelasan (*explaining*), pemberian nasihat (*advising*), dan pelatihan (*tutoring*). Selain itu sistem pakar juga dapat berfungsi sebagai asisten yang pandai dari seorang pakar (Martin dan Oxman, dalam Kusrini, 2006).

Menurut Kusumadewi (2003), Pakar adalah orang yang memiliki pengetahuan, penilaian, pengalaman, metode khusus, serta kemampuan untuk menerapkan bakat ini dalam memberi nasihat dan memecahkan masalah.

Kepakaran (*expertise*) adalah pengetahuan yang ekstensif (meluas) dan spesifik yang diperoleh melalui rangkaian pelatihan, membaca, dan pengalaman. Pengetahuan membuat pakar dapat mengambil keputusan secara lebih baik dan lebih cepat daripada non-Pakar dalam memecahkan problem yang kompleks. Kepakaran mempunyai sifat berjenjang, Pakar top memiliki pengetahuan lebih banyak daripada Pakar junior (Kusumadewi, 2003).

2.3.2 Ciri-Ciri Sistem pakar

Menurut Sutojo dkk (2011), ciri-ciri Sistem pakar:

1. Terbatas pada domain keahlian tertentu.
2. Dapat memberikan penalaran-penalaran untuk data yang tidak lengkap atau tidak pasti.

3. Dapat mengemukakan rangkaian alasan alasan yang diberikannya dengan cara yang dapat dipahami.
4. Berdasarkan pada kaidah/ketentuan/*rule* tertentu.
5. Dirancang untuk dapat dikembangkan secara bertahap.
6. Pengetahuan dan mekanisme penalaran (*inference*) jelas terpisah.
7. Keluarannya bersifat anjuran.
8. Sistem dapat mengaktifkan kaidah secara searah yang sesuai dituntun oleh dialog dengan *user*.

2.3.3 Manfaat Sistem pakar

Menurut Sutojo (2010) sistem pakar menjadi populer karena sangat banyak kemampuan dan manfaat yang diberikannya, diantaranya:

1. Meningkatkan produktivitas, karena sistem pakar dapat bekerja lebih cepat dari pada manusia.
2. Membuat seseorang yang awam bekerja seperti layaknya seorang Pakar.
3. Meningkatkan kualitas, dengan memberi nasehat yang konsisten dan mengurangi kesalahan.
4. Mampu menangkap pengetahuan dan Kepakaran seseorang.
5. Memudahkan akses pengetahuan seorang Pakar.
6. Bisa digunakan sebagai media pelengkap dalam pelatihan. Pengguna pemula yang bekerja dengan sistem pakar akan menjadi lebih berpengalaman karena adanya fasilitas penjelasan yang berfungsi sebagai guru.
7. Meningkatkan kemampuan untuk menyelesaikan masalah karena sistem pakar mengambil sumber pengetahuan dan banyak Pakar.

2.3.4 Struktur Sistem pakar

Sistem pakar dibagi menjadi empat bentuk (Putra, 2016):

1. Berdiri sendiri

Sistem pakar jenis ini merupakan perangkat lunak yang berdiri sendiri tidak bergabung dengan software lainnya.

2. Tergabung

Sistem pakar jenis ini merupakan bagian program yang terkandung di dalam suatu algoritma (konvensional), atau merupakan program dimana di dalamnya memanggil algoritma lainnya (konvensional).

3. Menghubungkan ke perangkat lunak lain

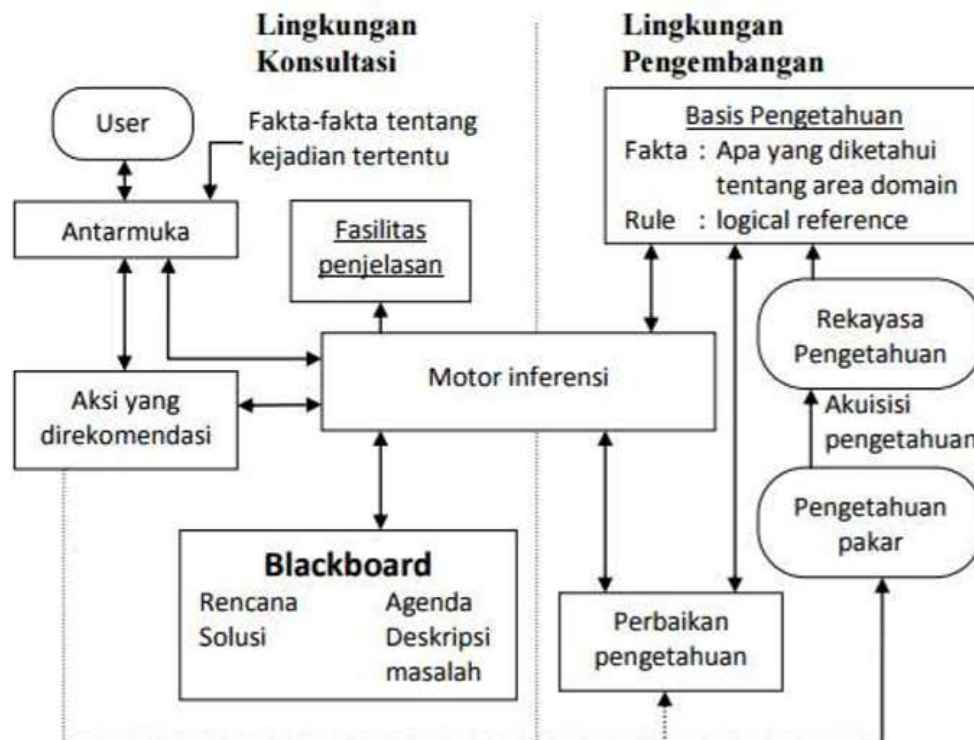
Bentuk ini biasanya merupakan sistem pakar yang menghubungkan ke suatu paket program tertentu,

4. Sistem mengabdikan

Sistem pakar merupakan bagian dari komputer khusus yang dihubungkan dengan suatu fungsi tertentu. Misalnya sistem pakar yang digunakan untuk membantu mendiagnosis penyakit pada tanaman.

Menurut Sutojo dkk (2011) dan Siswanto (2010), sistem pakar disusun oleh dua bagian utama, yaitu bagian lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consulation environment*). Lingkungan pengembangan digunakan oleh pembuatan sistem pakar untuk membangun komponen-komponennya dan memperkenalkan pengetahuan ke dalam *knowledge base* (basis

pengetahuan), sedangkan lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna untuk berkonsultasi sehingga pengguna mendapatkan pengetahuan dan nasihat dari sistem pakar layaknya berkonsultasi dengan seorang Pakar. Komponen-komponen sistem pakar dalam kedua bagian tersebut dapat dilihat dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Komponen dalam sebuah sistem pakar (Sutojo dkk., 2011)

Komponen-komponen yang terdapat dalam sistem pakar antara lain, sebagai berikut:

1. Akuisisi Pengetahuan

Subsistem ini digunakan untuk memasukan pengetahuan dari seorang Pakar dengan cara merekayasa pengetahuan agar bisa diproses oleh computer dan meletakkannya ke dalam basis pengetahuan dengan format tertentu.

2. Basis Pengetahuan (*knowledge base*)

Basis pengetahuan berisi pengetahuan yang diperlukan untuk memahami, memformulasikan dan menyelesaikan masalah. Basis pengetahuan terdiri dari dua elemen dasar yaitu fakta dan rule atau aturan.

3. Mesin inferensi (*Interference Engine*)

Mesin inferensi adalah sebuah program yang berisi metodologi yang digunakan untuk melakukan penalaran terhadap informasi-informasi dalam basi pengetahuan untuk memformulasikan konklusi.

4. Daerah kerja (*Blackboard*)

Daerah kerja yaitu area pada memori yang berfungsi sebagai basis data. Ada tiga tipe keputusan yang dapat direkam pada blackboard yaitu rencana, agenda, dan solusi.

5. Antarmuka (*User Interface*)

Antarmuka digunakan sebagai media komunikasi antara pengguna dan sistem pakar. Program akan mengajukan pertanyaan-pertanyaan dan sistem pakar akan mengambil kesimpulan berdasarkan jawaban dari user.

6. Subsistem penjelasan (*Explanation Subsystem*)

Subsistem penjelasan berfungsi memberi penjelasan kepada user, bagaimana suatu kesimpulan dapat diambil.

2.4 Teknik Inferensi

Mesin inferensi adalah bagian yang mengandung mekanisme fungsi berpikir dan pola-pola penalaran sistem yang digunakan seorang Pakar. Mekanisme ini akan menganalisa suatu masalah tertentu dan selanjutnya mencari kesimpulan yang terbaik (Siswanto, 2010).

Menurut Sutojo dkk. (2011) dan Siswanto (2010) Ada dua teknik penalaran (inference) yaitu sebagai berikut:

- *Forward Chaining* (Pelacakan ke depan)

Teknik ini memulai pencarian dengan fakta yang diketahui untuk menguji kebenaran hipotesa, kemudian mencocokkan fakta tersebut dengan bagian IF dari rule IF-THEN. Teknik ini cocok digunakan untuk menangani masalah peramalan (*prognosis*) dan pengendalian (*controlling*).

- *Backward Chaining* (Pelacakan ke belakang)

Teknik ini memulai pencarian dari kesimpulan (goal) dengan mencari sekumpulan hipotesa-hipotesa yang mendukung menuju fakta-fakta yang mendukung sekumpulan hipotesa tersebut.

2.5 Metode *Forward Chaining*

Menurut Sutojo dkk (2011) metode *forward chaining* merupakan teknik pencarian yang dimulai dengan fakta yang diketahui, kemudian mencocokkan fakta-fakta tersebut dengan bagian IF dari rules IF-THEN. Bila ada fakta yang cocok dengan bagian IF, maka rule tersebut dieksekusi. Bila sebuah *rule* dieksekusi, maka

sebuah fakta baru (bagian THEN) ditambahkan ke dalam database. Setiap kali pencocokan berhenti bila tidak ada lagi rule yang bisa dieksekusi. Contoh: misalkan diketahui sistem pakar menggunakan 5 buah *rule* berikut:

R1: IF (Y AND D) THEN Z

R2: IF (X AND B AND E) THEN Y

R3: IF A THEN X

R4: IF C THEN L

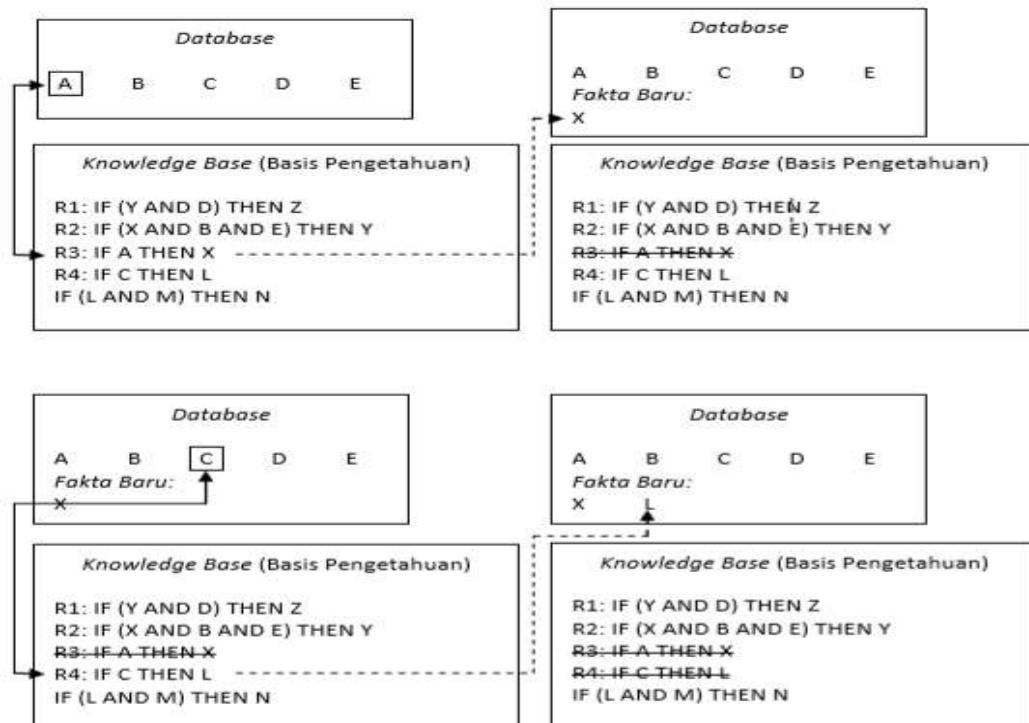
R5: IF (L AND M) THEN N

Fakta-fakta: A, B, C, D, dan E bernilai benar.

Goal: menentukan apakah Z bernilai benar atau salah.

Iterasi ke-1

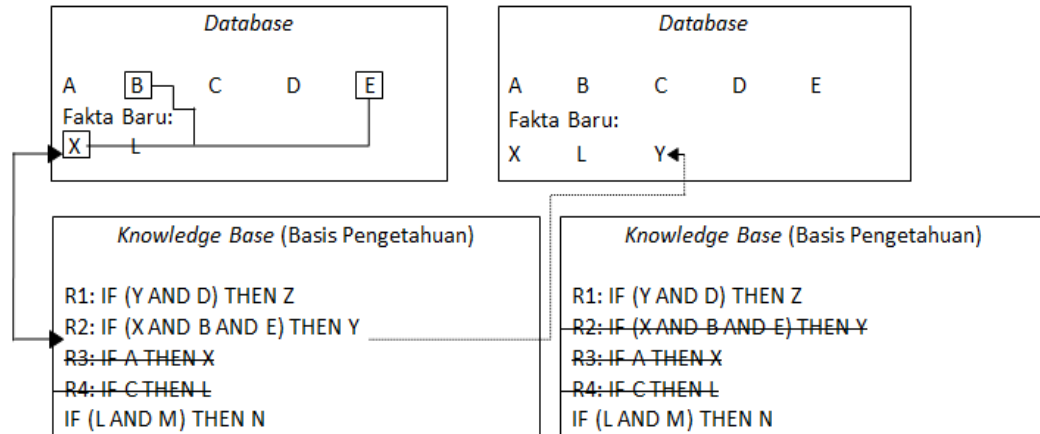
Iterasi ke-1 dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Iterasi Ke-1

Iterasi ke-2

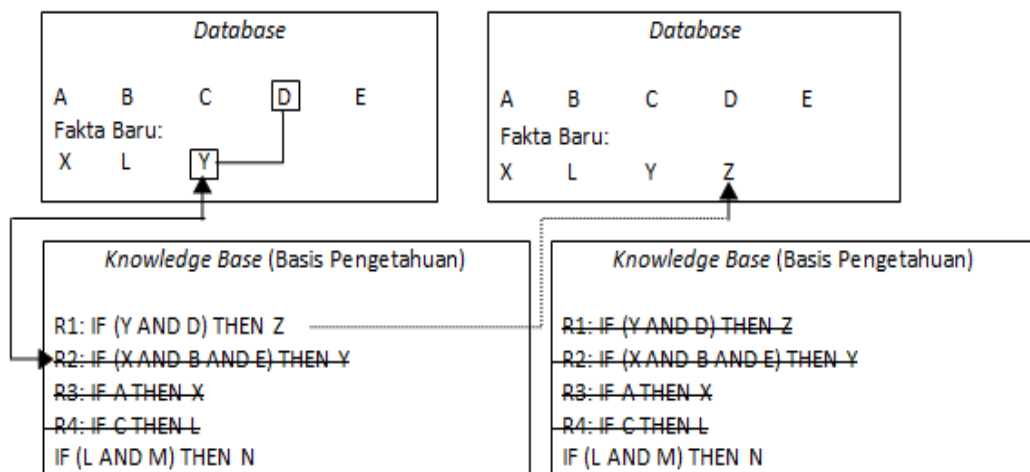
Berdasarkan Gambar 2.9 iterasi ke-2 adalah sebagai berikut:



Gambar 2.9 Iterasi Ke-2

Iterasi ke-3

Iterasi ke-3 dijelaskan dalam Gambar 2.10 sebagai berikut:



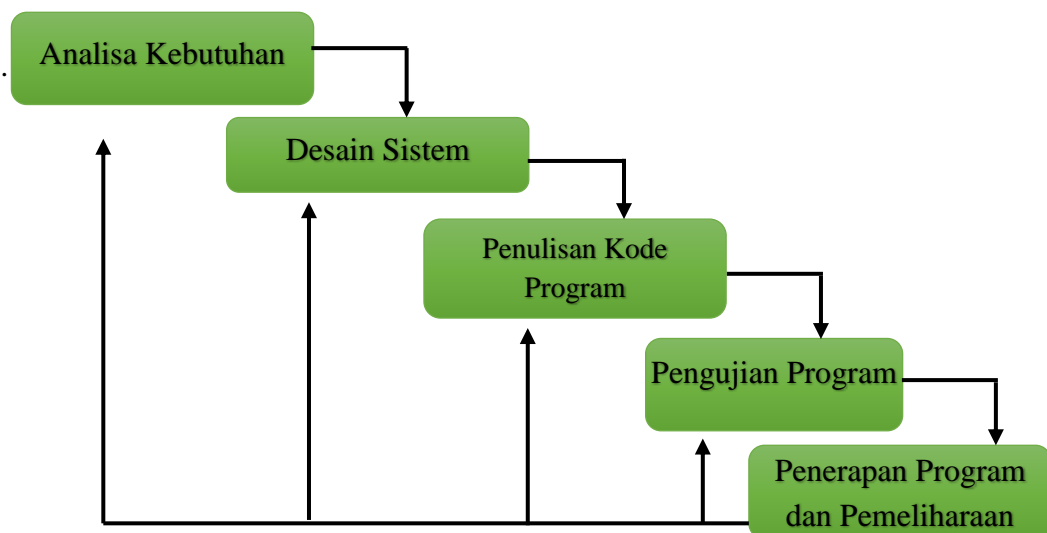
Gambar 2.10 Iterasi Ke-3

Sampai di sini proses dihentikan karena sudah tidak ada lagi rule yang bisa dieksekusi. Hasil pencarian adalah Z bernilai benar (lihat database di bagian fakta baru).

2.6 Metode Pengembangan Sistem

2.6.1 Metode *Waterfall*

Metode Waterfall merupakan metode yang sering digunakan oleh penganalisa sistem pada umumnya. Inti dari metode Waterfall adalah pengerjaan dari suatu sistem dilakukan secara berurutan atau secara linear. Jadi jika langkah ke-1 belum dikerjakan, maka langkah 2 tidak dapat dikerjakan. Jika langkah ke-2 belum dikerjakan maka langkah ke-3 juga tidak dapat dikerjakan, begitu seterusnya. Secara otomatis langkah ke-3 akan bisa dilakukan jika langkah ke-1 dan ke-2 sudah dilakukan. Pada Gambar 2.11 disajikan Metode Waterfall (Rosa, 2013).



Gambar 2.11 Metode Waterfall (Rosa, 2013)

Tahapan pengembangan sistem dengan Metode Waterfall mempunyai langkah-langkah sebagai berikut:

1. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan merupakan langkah awal untuk menentukan perangkat lunak yang dihasilkan atau merupakan analisa terhadap kebutuhan sistem.

Perangkat lunak yang baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna sangat tergantung pada keberhasilan dalam melakukan analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan yang baik belum tentu menghasilkan perangkat lunak yang baik (Rosa, 2013).

2. Desain Sistem

Desain sistem dapat didefinisikan sebagai penggambaran, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa terpisah kedalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Pada Tahapan ini dilakukan penuangan pikiran dan perancangan sistem terhadap solusi dari permasalahan yang ada dengan menggunakan perangkat pemodelan sistem (Rosa, 2013).

3. Penulisan Kode Program

Penulisan kode program atau *coding* merupakan penerjemahan *design* dalam bahasa yang bisa dikenali oleh komputer. Dilakukan oleh *programmer* yang akan menterjemahkan transaksi yang diminta oleh *user*. Pada tahapan ini pembuatan kode program dalam bahasa pemrograman tertentu sesuai dengan *platform* dan kesepakatan dengan *costumer*.

4. Pengujian Program

Uji coba *software* merupakan elemen yang kritis dan merempresentasikan tinjauan ulang yang menyeluruh terhadap spesifikasi, *desain*, dan pengkodean. Uji coba merempresentasikan ketidak normalan yang terjadi pada pengembangan *software*. Tujuan dari uji coba ini adalah untuk mendesain serangkaian tes yang secara sistematis mengungkapkan beberapa jenis

kesalahan yang berada dan melakukannya dalam waktu dan usaha yang minimum.

5. Pemeliharaan

pemeliharaan (*Maintenance*) sistem adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu sistem, atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima. Dalam hal ini, perangkat lunak yang sudah disampaikan kepada pelanggan pasti akan mengalami perubahan. Perubahan tersebut bisa karena mengalami kesalahan karena perangkat lunak harus menyesuaikan dengan lingkungan (sistem operasi baru), atau karena pelanggan membutuhkan perkembangan fungsional. Semua perubahan yang dilakukan setelah klien menerima produk termasuk dalam tahap pemeliharaan. Pemeliharaan sendiri harus mulai dibangun sejak awal pembuatan produk sehingga untuk tahap pengembangan/perbaikan produk dimasa datang tidak ada kesulitan.






2.6.2 *Unified Modeling Language (UML)*

Unified Modelling Language dikembangkan oleh Grady Booch, Jim Rumbaugh, dan Ivar Jacobson. UML adalah bahasa standar yang digunakan untuk menjelaskan dan memvisualisasikan artifak dari proses analisis dan desain berorientasi obyek. UML digunakan untuk berkomunikasi dalam perspektif objek antara *user* dengan *developer*, antara *developer* dengan *developer*, antara *developer* analisis dengan *developer* desain, dan antara *developer* desain dengan *developer* pemrograman (Hermawan, 2000). Di dalam UML dideskripsikan oleh beberapa diagram antara lain sebagai berikut:

A. Use Case Diagram

Use case bekerja dengan cara mendeskripsikan tipikal interaksi antara *user* (pengguna) sebuah sistem dengan sistemnya sendiri melalui sebuah cerita bagaimana sebuah sistem dipakai. Urutan langkah-langkah yang menerangkan antara pengguna dan sistem disebut skenario. Setiap skenario mendeskripsikan urutan kejadian. Setiap urutan diinisialisasi oleh aktor, sistem yang lain, perangkat keras atau urutan waktu. Dengan demikian secara singkat dapat dikatakan *use case* adalah serangkaian skenario yang digabungkan bersama-sama oleh tujuan umum pengguna (Munawar, 2005). Simbol-simbol yang digunakan dalam *use case* diagram disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Simbol-Simbol dalam Use Case Diagram (Munawar, 2005)







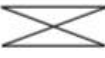



Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Actor</i>	Menspesifikasikan himpunan peran yang pengguna mainkan ketika berinteraksi dengan <i>use case</i> .
	<i>Include</i>	Menspesifikasikan bahwa <i>use case</i> sumber secara eksplisit.
	<i>Association</i>	Menjelaskan hubungan antar <i>use case</i> yang berupa pertukaran informasi.
	<i>System</i>	Menspesifikasikan paket yang menampilkan sistem secara terbatas.
	<i>Use case</i>	Deskripsi dari urutan aksi-aksi yang ditampilkan sistem yang menghasilkan suatu hasil yang terukur bagi suatu aktor.

B. Activity Diagram

Activity diagram adalah teknik untuk mendeskripsikan logika prosedural, proses bisnis, dan aliran kerja dalam banyak kasus. *Activity diagram* menggambarkan berbagai alir aktivitas dalam sistem yang sedang dirancang, bagaimana masing-masing alir berawal, *decision* yang mungkin terjadi, dan bagaimana mereka

berakhir. *Activity diagram* mempunyai peran seperti halnya *flowchart*, akan tetapi perbedaannya dengan *flowchart* adalah *activity diagram* bisa mendukung perilaku paralel sedangkan *flowchart* tidak bisa (Munawar, 2005). Simbol-simbol yang digunakan dalam *activity diagram* disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Simbol-Simbol Activity Diagram (Munawar, 2005)

Simbol	Keterangan
	Titik Awal
	Titik Akhir
	Activity
	Pilihan untuk mengambil keputusan
	<i>Fork</i> ; digunakan untuk menunjukkan kegiatan yang dilakukan secara paralel atau untuk menggabungkan dua kegiatan paralel menjadi satu.
	Rake; Menunjukkan adanya dekomposisi
	Tanda waktu
	Tanda pengiriman
	Tanda penerimaan
	Aliran akhir (<i>Flow Final</i>)

2.7 Teknik Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak merupakan proses eksekusi suatu program atau sistem dengan tujuan menemukan ada atau tidaknya kekurangan atau masalah pada sistem dengan melibatkan setiap aktivitas. Pada pengujian sistem ini dilakukan evaluasi pada setiap atribut atau kemampuan suatu sistem sehingga diketahui

apakah sistem yang dibuat sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna (Zulkifli, 2013).

2.7.1 Black Box Testing

Black Box Testing merupakan salah satu metode pengujian sistem yang dilakukan berdasarkan spesifikasi kebutuhan sistem dan tidak perlu memeriksa coding. Dengan *Black Box Testing*, pengujian yang dilakukan hanya berdasarkan pandangan pengguna untuk mengetahui apakah fungsi yang dibutuhkan berjalan sesuai harapan atau tidak. Keuntungan penggunaan metode ini adalah pengujian tidak memerlukan pengetahuan yang spesifik mengenai bahasa pemrograman yang digunakan dalam pembuatan sistem tersebut dan juga pengetahuan pada implementasinya (Nidhra dan Dondeti, 2012).

Pada *Black Box Testing*, ada beberapa teknik yang dapat digunakan, salah satunya adalah *Equivalence Class Partitioning*. Pengujian dengan *Equivalence Class Partitioning* didasarkan pada asumsi bahwa *input* dan *output* program dapat dibagi menjadi kelas dengan jumlah terbatas (*valid dan non-valid*) sehingga semua kasus yang sudah dipartisi ke dalam kelas-kelasnya akan diuji dengan perilaku yang sama (Nidhra dan Dondeti, 2012).

2.7.2 Metode Probabilitas Klasik

Probabilitas merupakan suatu cara kuantitatif yang berhubungan dengan ketidakpastian yang telah ada. Teori probabilitas klasik pertama kali diperkenalkan oleh Pascal dan Fermat pada tahun 1654. Kemudian banyak kerja

yang telah dilakukan untuk mengerjakan probabilitas dan ada beberapa cabang baru dari probabilitas yang dikembangkan.

Rumus umum untuk probabilitas klasik didefinisikan sebagai peluang $P(A)$ dengan n adalah banyaknya kejadian, $n(A)$ merupakan banyaknya hasil mendapatkan A. Frekuensi relatif A adalah $\frac{n(A)}{N}$ maka (Arhami, 2005):

$$P(A) = \frac{n(A)}{N} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

A : Nama Penyakit

$P(A)$: Peluang Penyakit

N : Jumlah seluruh gejala yang berkaitan dengan penyakit

$n(A)$: Jumlah gejala penyakit yang dipilih atau sesuai

Probabilitas klasik ini digunakan untuk mendapatkan peluang kemungkinan suatu penyakit adalah:

$$\text{Persentase (A)} = P(A) \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Tabel 2.3 Tabel Kemungkinan

Kondisi	Persentase
Pasti Tidak	<10%
Tidak Tahu	10-19%
Hampir Mungkin	20-39%
Mungkin	40-59%
Kemungkinan Benar	60-79%
Hampir Pasti	80-99%
Pasti	100%

2.7.3 Skala Likert

Metode ini merupakan metode penskalaan pernyataan sikap yang menggunakan distribusi respons sebagai dasar penentuan nilai skalanya. Nilai skala setiap pernyataan tidak ditentukan oleh derajat *favourable* masing-masing, akan tetapi ditentukan oleh distribusi respons setuju dan tidak setuju dari sekelompok responden yang bertindak sebagai kelompok uji coba (Azwar, 2011).

Skala Likert, yaitu skala yang berisi lima tingkat preferensi jawaban dengan pilihan sebagai berikut: 1= tidak setuju; 2 = kurang setuju; 3 = cukup setuju; 4 = setuju; 5 = sangat setuju. Persentase penilaian berdasarkan kriteria skala likert akan diperoleh dengan rumus aritmatika mean, yaitu (Djarwanto, 1996):

$$P = \frac{Xi}{n \times N} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

P = Persentase Pernyataan

Xi = Nilai Kuantitatif Total

n = Jumlah Responden

N = Nilai Kategori Pernyataan Terbaik

Selanjutnya, penentuan interval per kategori digunakan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{100\%}{K} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

I = Interval

K = Kategori interval

2.8 *Hypertext Preprocessor (PHP)*

PHP yaitu *Hypertext Preprocessor*. PHP merupakan Bahasa pemrograman berbasis web yang sudah sering digunakan. Terdapat perbedaan antara *web* yang menggunakan PHP dan *web* yang hanya sekedar menggunakan HTML saja. Hal tersebut dapat dilihat pada proses saat *web server* memenuhi permintaan client untuk menampilkan halaman *web*.

Pada halaman *web* yang hanya menggunakan HTML, server langsung mengirimkan halaman yang diminta oleh client dalam bentuk script HTML. Sedangkan pada *web* yang menggunakan PHP sebelum *server* mengirimkan script HTML kepada *client*, *server* membaca terlebih dahulu *script* PHP yang ada pada *server* tersebut kemudian mengirimkan hasil dari *script* PHP tersebut kepada client berupa HTML (Kadir, 2007).

2.9 *Database dan MySQL*

Database adalah kumpulan data yang tersusun secara sistematis sehingga dapat memudahkan pengguna dalam mengakses dan mengelola serta untuk mendapatkan informasi yang efektif dan efisien. Database dapat berdiri sendiri dan dapat juga digabung menjadi satu kesatuan, penggabungan antar database disebut dengan relasi, sebagai contoh data customer digabung dengan data order. Untuk menggabungkan data harus ada penghubung yang disebut dengan indeks. Syarat dari indeks adalah tidak boleh ada data yang sama dan data yang digabung masing-masing harus mempunyai indeks yang sama.

DBMS (Database Management System) merupakan *software* yang banyak digunakan dalam pengolahan data. Contoh manajemen database adalah sistem manajemen database relasi. Komponen dalam sistem manajemen database relasi adalah sebagai berikut:

1. Database sebagai tempat untuk menyimpan data yang terstruktur, data tersimpan dalam tabel, tabel tersebut terdiri dari baris dan kolom yang di dalamnya terdapat *field* dan *record*.
2. System Management adalah *software* yang digunakan untuk mengelola database tersebut.

Relasi adalah hubungan antara tabel- tabel yang ada di dalam database. Fungsi MySQL dapat dikatakan sebagai *interpreter query*, karena setiap menggunakan *query* SQL (perintah SQL) harus meletakkannya di dalam fungsi ini. Dengan kata lain, SQL tidak dapat dijadikan tanpa adanya fungsi MySQL. MySQL termasuk jenis Relational Database Management System (RDBMS). Sehingga istilah seperti tabel, baris, dan kolom tetap digunakan dalam MySQL. Pada MySQL, SQL merupakan kependekan Structured Query Language. SQL digunakan untuk berkomunikasi dengan sebuah database. SQL adalah bahasa yang meliputi perintah-perintah untuk menyimpan, menerima, memelihara, dan mengatur akses ke database serta digunakan untuk memanipulasi dan menampilkan data dari database (Puspitasari, 2011).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Pertanian Sido Makmur I, Gisting Atas, Lampung. Waktu Penelitian dilaksanakan pada Bulan Maret – Juni 2019.

3.2 Perangkat Penelitian

A. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini berupa laptop dengan Spesifikasi sebagai berikut:

- Processor : Intel® Celeron® CPU 1007u @ 1.50GHz 1.50 GHz
- RAM : 2 GB
- Hardisk : 500 GB
- Kamera *Handphone*

B. Perangkat Lunak

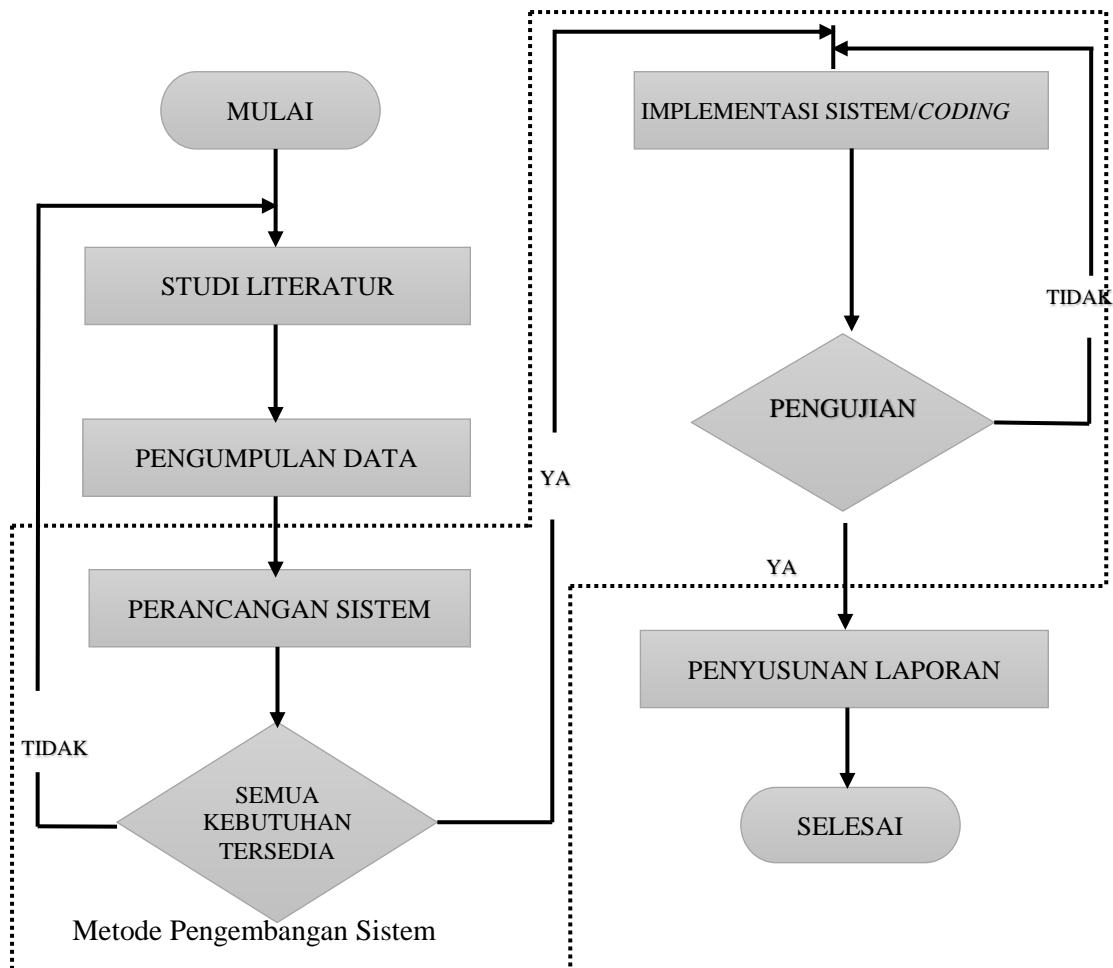
Perangkat Lunak yang digunakan dalam penelitian ini, adalah:

- Sistem Operasi Windows 7 32bit
- Xampp 1.6.2 sebagai *database server*

- Adobe Dreamweaver CS3 sebagai *editor source code*
- Web Browser *Google Chrome* untuk menguji *coding* yang telah dibuat
- CorelDraw X7 sebagai desain interface sistem

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan selama penelitian berlangsung. Desain penelitian Sistem Pakar Penyakit Tanaman Kubis dengan Metode *Forward Chaining* digambarkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mempelajari dan mengumpulkan data berupa jenis-jenis penyakit Tanaman Kubis, gejala-gejala dari penyakit tersebut, serta solusi bagaimana penanggannya, dan mempelajari Metode *Forward Chaining*. Data yang digunakan dalam studi literatur didapat dengan cara mengumpulkan jurnal, penelusuran internet, buku-buku yang berkaitan dengan topik, dan wawancara kepada Pakar secara langsung.

3.3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan dua metode yaitu melalui Studi Pustaka dan Wawancara.

A. Studi Pustaka

Pada tahapan pengumpulan data dilakukan dengan mencari berbagai literatur seperti buku, jurnal, internet, ataupun dokumen yang berkaitan dengan tema penelitian.

B. Wawancara

Metode ini dilakukan melalui proses tanya jawab atau interview dengan ahli/Pakar, dan petani di bidangnya. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan data yang lebih mendalam dan valid. Data yang didapatkan bisa jadi tidak terdapat pada tahapan Studi Literatur. Data yang didapatkan pada metode ini kemudian dikumpulkan menjadi satu untuk kemudian disusun menjadi basis aturan yang digunakan dalam Sistem pakar.

3.3.3 Perancangan Sistem

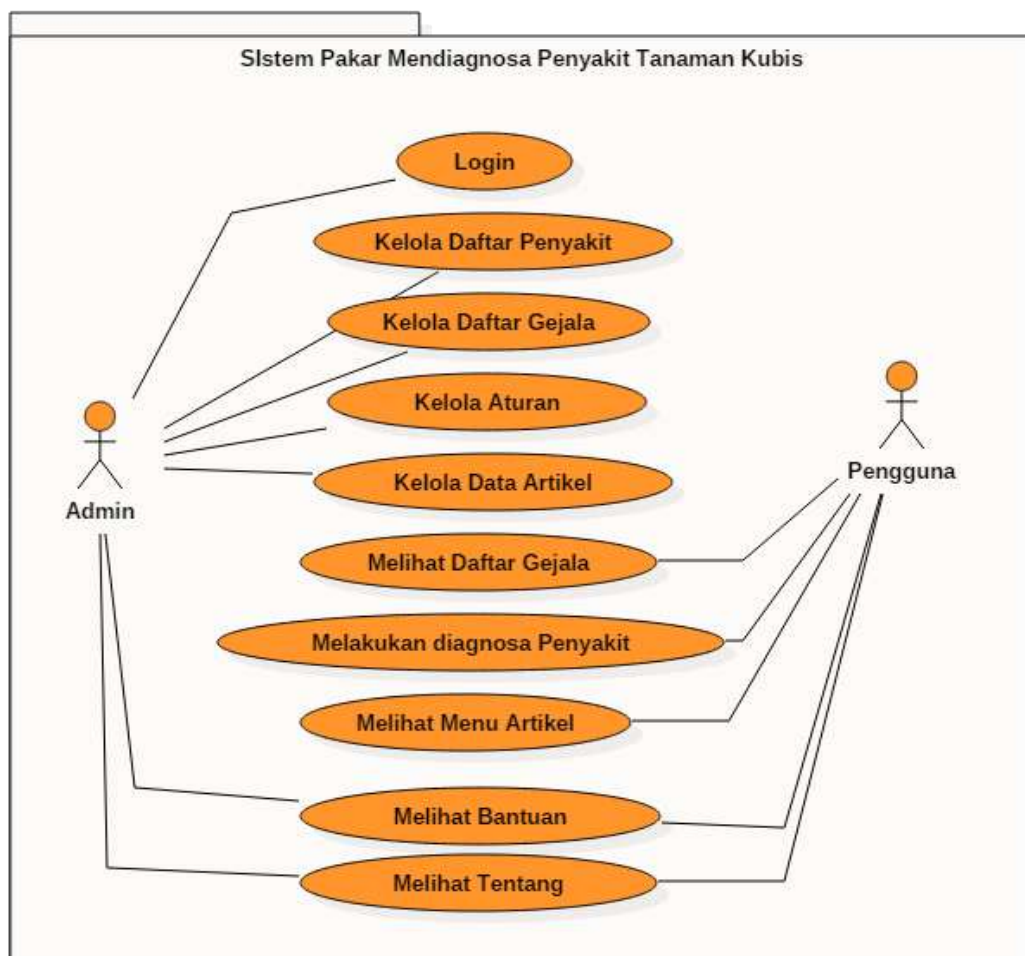
Perancangan sistem adalah tahap setelah analisis dari siklus pengembangan sistem. Perancangan sistem berupa penggambaran perencanaan dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Perancangan sistem menentukan bagaimana suatu sistem akan menyelesaikan apa yang mesti diselesaikan. Tahap ini termasuk mengkonfigurasi dari komponen-komponen perangkat lunak dan perangkat keras dari suatu sistem sehingga setelah dilakukan instalasi akan benar-benar memuaskan rancang bangun yang telah ditetapkan pada akhir tahap analisis sistem.

3.3.3.1 Perancangan UML (*Unified Modelling Language*)

Pemodelan (*modeling*) adalah tahap merancang perangkat lunak sebelum melakukan tahap pembuatan program (*coding*). Perancangan sistem pada penelitian ini dilakukan dengan memodelkan permasalahan dalam bentuk diagram-diagram UML sebagai berikut:

A. *Use Case Diagram*

Use case diagram menggambarkan sistem dari sudut pandang pengguna sistem tersebut (*user*), sehingga pembuatan *use case diagram* ini lebih dititik beratkan pada fungsionalitas yang ada pada sistem, bukan berdasarkan alur atau urutan kejadian. *Use case diagram* Sistem pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis dapat dilihat pada Gambar 3.2.



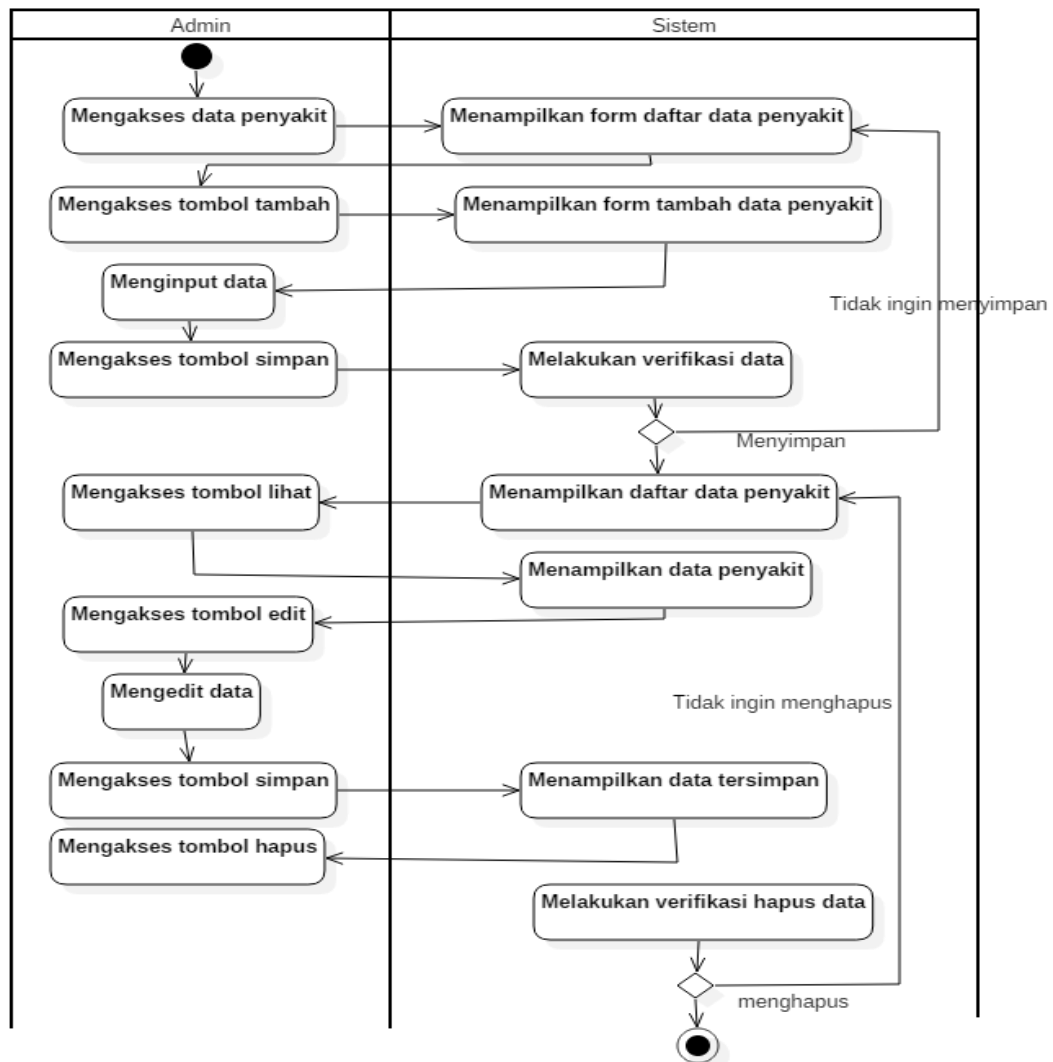
Gambar 3. 2 Use Case Diagram

Berdasarkan Gambar 3.2 maka dapat dijelaskan bahwa terdapat dua *user* pada sistem ini yaitu Admin, dan pengguna (Masyarakat/Publik). Untuk mengakses sistem, Admin perlu melakukan *login* dalam sistem. Kemudian Admin dapat melakukan kelola daftar penyakit, kelola daftar gejala, kelola aturan, kelola data artikel, dapat melihat menu bantuan, dan melihat tentang. Sedangkan masyarakat umum sebagai *user* dapat mengakses daftar gejala, melakukan diagnosa penyakit tanaman Kubis untuk mengetahui penyakit yang dialami para petani tanaman, melihat menu bantuan, dan melihat menu tentang.

B. Activity Diagram

Activity Diagram menggambarkan rangkaian aliran dari aktivitas, digunakan untuk mendeskripsikan aktivitas yang dibentuk dalam satu operasi sehingga dapat juga untuk aktivitas lainnya. Diagram ini sangat mirip dengan *flowchart* karena memodelkan *workflow* dari satu aktivitas ke aktivitas lainnya atau dari aktivitas ke status. Sistem pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis ini memiliki sembilan *Activity Diagram* sebagai berikut:

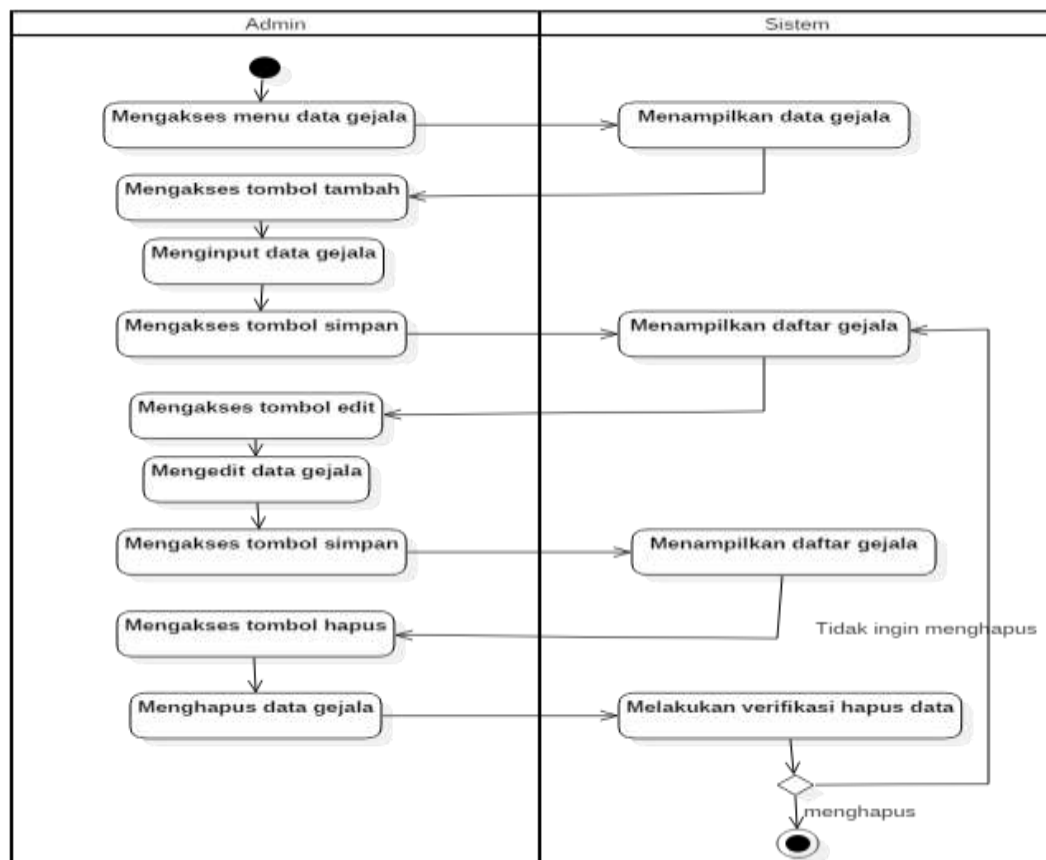
1. Activity diagram Kelola Daftar Penyakit



Gambar 3.3 Activity Diagram Kelola Daftar Penyakit

Berdasarkan Gambar 3.3 dijelaskan bahwa Admin dapat mengakses daftar penyakit. Sistem akan menampilkannya dan Admin dapat menambahkan data melalui tombol tambah yang ada di form data penyakit dan memasukkan data penyakit yang diinginkan. Selanjutnya Admin dapat menyimpan untuk kemudian sistem akan memverifikasi penambahan data pada sistem. Pada tampilan daftar penyakit, Admin dapat melihat penjelasan penyakit tanaman Kubis dengan mengakses tombol lihat dan dapat merubahnya dengan mengakses tombol edit. Untuk menghapus daftar penyakit yang diinginkan maka Admin dapat mengakses tombol hapus. Sistem memunculkan pilihan “apakah anda yakin ingin menghapus penyakit tersebut?” kemudian sistem akan langsung memverifikasi penghapusan

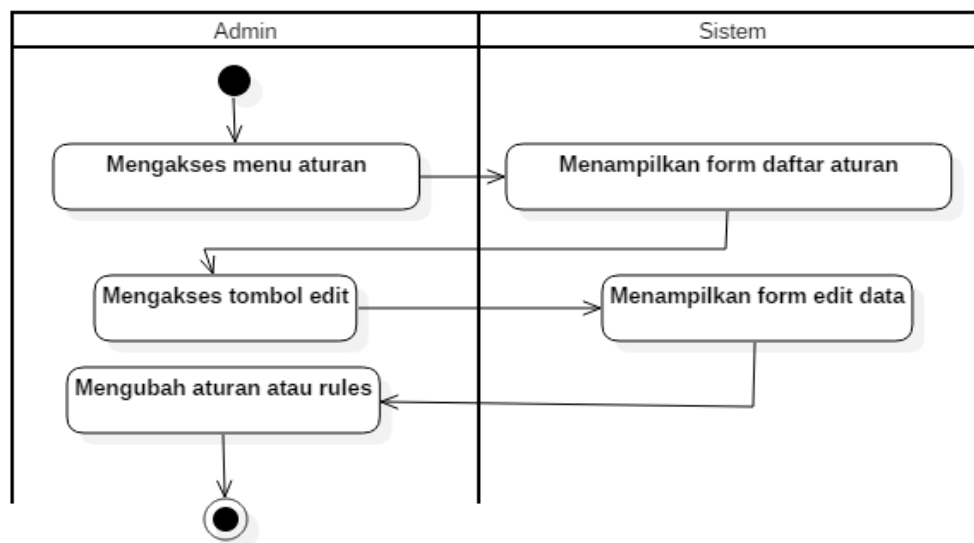
2. Activity Diagram Kelola Daftar Gejala



Gambar 3. 4 Activity Diagram Kelola Daftar Gejala

Activity diagram kelola daftar gejala menjelaskan bahwa Admin dapat mengakses daftar gejala dan dapat mengakses tombol tambah setiap ingin menambah gejala baru. Setelah menginputkan gejala, Admin dapat mengakses tombol simpan. Maka sistem akan melakukan verifikasi tambah data dan menampilkan daftar semua gejala. Selanjutnya Admin dapat mengakses tombol edit dan mengedit data yang diinginkan. Setelah Admin mengedit data gejala dan Admin mengklik tombol simpan kemudian sistem akan melakukan verifikasi edit data. Admin juga dapat menghapus gejala dengan menggunakan tombol hapus dan sistem akan menghapus data gejala yang diinginkan.

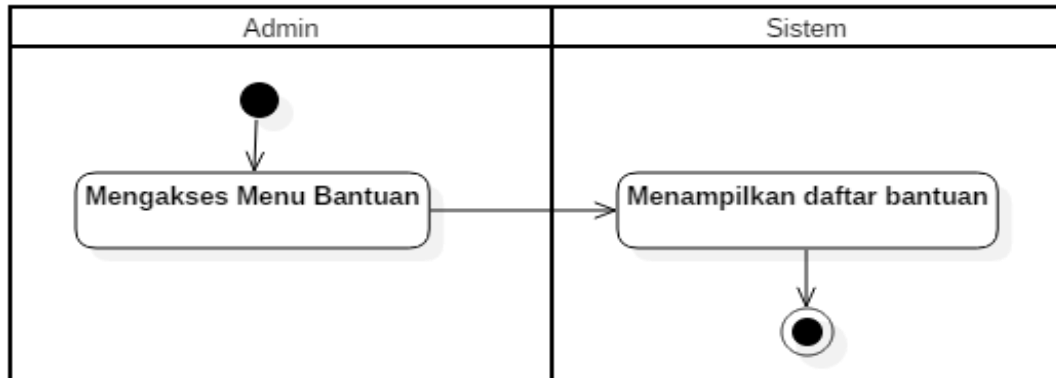
3. *Activity Diagram* Kelola Aturan



Gambar 3. 5 Activity Diagram Kelola Aturan

Gambar 3.5 menjelaskan bahwa Admin dapat mengubah aturan gejala untuk diagnosa pengguna. Menu aturan ini akan tampil dihalaman pengguna diagnosa jika aturan gejala dengan penyakit sudah dihubungkan.

4. Activity Diagram Melihat Menu Bantuan



Gambar 3. 6 Activity Diagram Melihat Menu Bantuan Admin

Gambar 3.6 menjelaskan bahwa *activity diagram* melihat menu bantuan untuk Admin dapat mengakses menu bantuan kemudian sistem akan menampilkan informasi mengenai cara mengakses sistem.

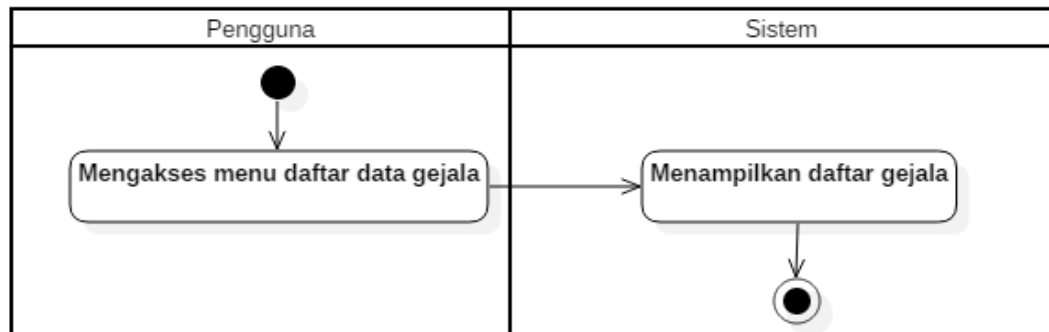
5. Activity Diagram Tentang Admin



Gambar 3. 7 Activity Diagram Tentang Admin

Pada Gambar 3.7 *Activity diagram* tentang untuk Admin sistem dimulai dengan Admin mengakses menu tentang kemudian sistem akan menampilkan daftar menu tentang.

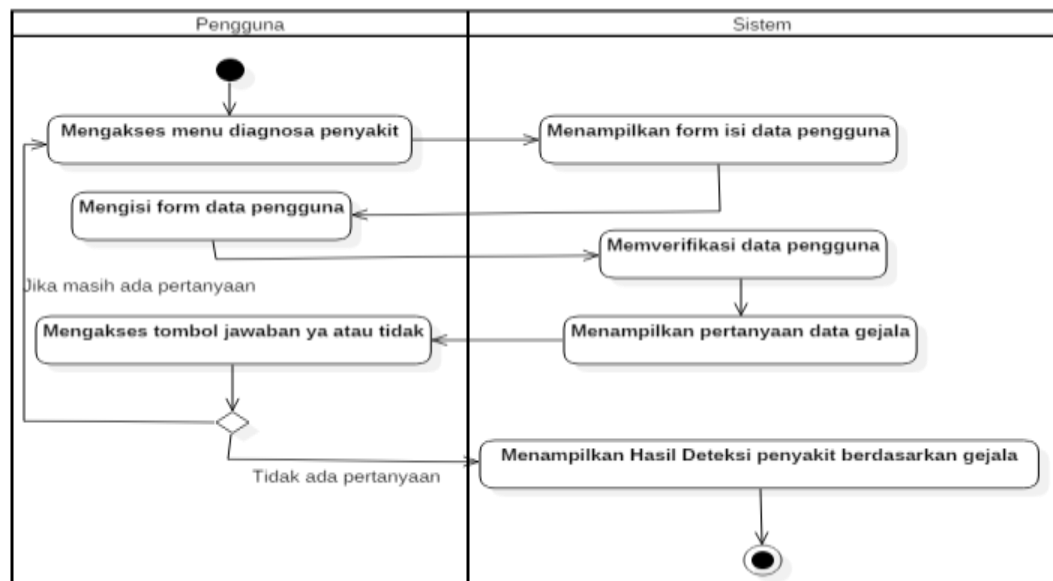
6. Activity Diagram Akses Daftar Gejala



Gambar 3. 8 Activity Diagram Akses Daftar Gejala

Gambar 3.8 *Activity Diagram* Akses Daftar Gejala menjelaskan bahwa pengguna dapat mengakses menu daftar data gejala kemudian sistem akan menampilkan form daftar gejala yang sudah dimasukan oleh Admin.

7. Activity diagram Diagnosa Penyakit

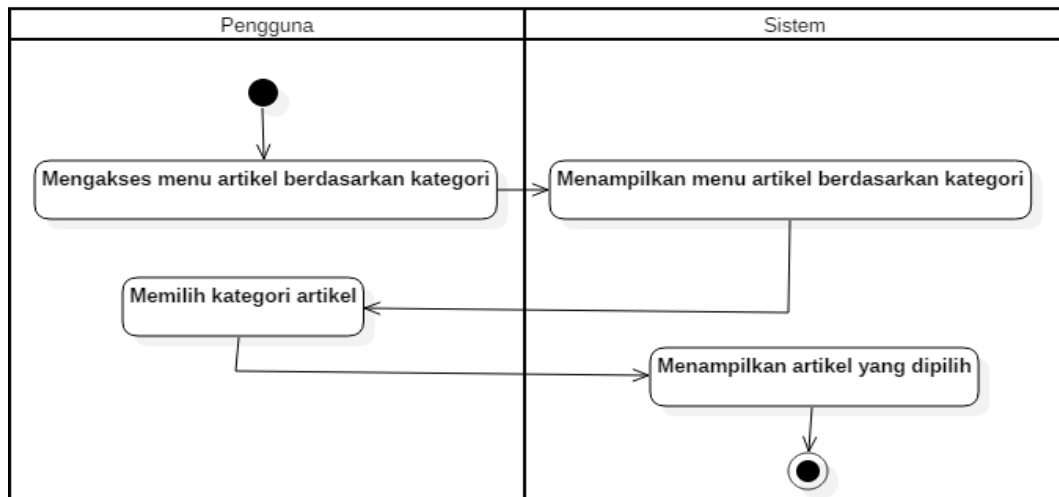


Gambar 3. 9 Activity diagram Diagnosa Penyakit

Gambar 3.9 *Activity diagram* Diagnosa Penyakit menjelaskan bahwa pengguna dapat mengakses menu diagnosa penyakit pada sistem. Sistem akan menampilkan form isi data pengguna kemudian pengguna mengisi data form pengguna. Sistem akan memverifikasi data pengguna yang sudah diisi oleh pengguna diagnosa.

Pengguna dapat memilih gejala dari tanaman yang pengguna/petani yang dialami. Dari jawaban yang ada, sistem akan mengidentifikasi aturan yang berlaku didalamnya. Jika masih ada aturan maka sistem akan kembali menampilkan form diagnosa pengguna sesuai alur aturan yang ada. Jika aturan telah selesai dan langsung menampilkan deteksi penyakit tanaman Kubis berdasarkan gejala yang dialami oleh pengguna.

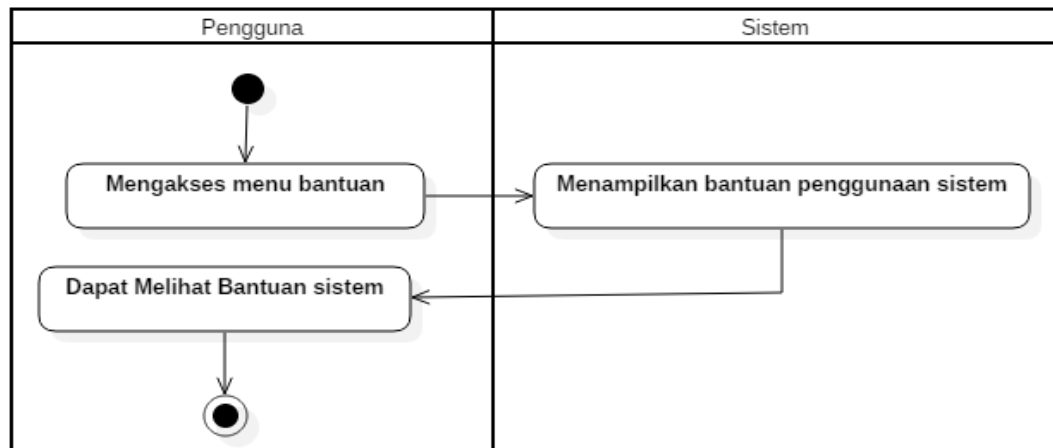
8. *Activity Diagram* Melihat Menu Artikel Penyakit



Gambar 3. 10 Activity Diagram Melihat Menu Artikel

Gambar 3.10 menjelaskan bahwa *Activity Diagram* Melihat Menu Artikel Penyakit ini Pengguna (Masyarakat Publik) dapat mengakses menu artikel penyakit berdasarkan kategori. Sistem akan menampilkan menu artikel berdasarkan kategori. Pengguna memilih kategori artikel kemudian sistem akan menampilkan detail penyakit berdasarkan hasil diagnosa pengguna sebelumnya.

9. Activity Diagram Melihat Menu Bantuan Pengguna



Gambar 3. 11 Activity Diagram Melihat Menu Bantuan Pengguna

Gambar 3. 11 Menjelaskan bahwa *Activity Diagram* Melihat Menu Bantuan Pengguna. Pengguna mengakses menu bantuan kemudian sistem akan menampilkan bantuan penggunaan sistem selanjutnya pengguna dapat melihat bantuan sistem.

3.3.3.2 Rancangan Antar muka

Rancangan antarmuka dibuat sebagai penghubung antara Admin dengan pengguna (user). Dalam sistem pakar diagnosa penyakit tanaman Kubis, seorang Admin dan pengguna memiliki hak akses halaman yang berbeda dalam sistem. Berikut tampilan halaman Admin.

A. Halaman Admin

- Halaman *Login*

Halaman *login* merupakan halaman yang pertama kali tampil ketika Admin mengakses sistem. Sebelum masuk Admin dapat memasukkan *username* dan

password terlebih dahulu. Sistem akan mengecek apakah *username* dan *password* yang dimasukkan sudah *valid* atau belum. Jika *valid* maka Admin dapat mengakses sistem, jika tidak *valid* maka sistem akan kembali menampilkan halaman login. Perancangan halaman *login* dapat dilihat pada Gambar 3.12.

The image shows a login interface. At the top, there is a dark green header with the word "LOGIN" in white capital letters. Below the header is a light teal background. In the center, there is a black silhouette of a person's head and shoulders inside a circular frame. Below this, there are two input fields: "User Name" followed by a white text box with a light blue border, and "Password" followed by a white text box with a light blue border. At the bottom center, there is a dark grey button with the word "LOGIN" in white capital letters.

Gambar 3. 12 Halaman *login*

- **Halaman Utama Sistem**

Halaman beranda merupakan halaman yang pertama kali akan tampil ketika mengakses sistem setelah halaman *login*. Halaman beranda akan menampilkan beberapa menu *side bar* diantaranya adalah beranda, penyakit, gejala, aturan, artikel, kategori artikel, buku tamu, pembatasan, bantuan, tentang, tambah admin, dan logout. Perancangan halaman utama sistem dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3. 13 Halaman Utama Sistem

- **Halaman Penyakit**

Halaman penyakit berisi daftar nama-nama penyakit tanaman Kubis yang disajikan dalam sebuah tabel berisi nomor, kode penyakit, nama penyakit, gambar, serta aksi yang dapat dilakukan oleh Admin. Admin juga dapat menambahkan daftar penyakit baru dengan mengakses tombol tambah penyakit. Setelah menambahkan penyakit pada halaman daftar penyakit admin dapat menambahkan penyebab penyakit, gejala penyakit, dan solusi penanganan penyakit. Selain itu Admin juga dapat mengakses tombol hapus untuk menghapus daftar penyakit yang ada pada sistem. Halaman daftar penyakit dapat dilihat pada Gambar 3.14.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis							
BERANDA	PENYAKIT	GEJALA	ATURAN	ARTIKEL	KATEGORI		
BUKU TAMU	PEMBATASAN	BANTUAN	TENTANG	ADD ADMIN	LOGOUT		
Tambah Penyakit							
Daftar Data Penyakit							
No	Kode	Nama Penyakit	Gambar	Opsi Data Penyakit			
1	P001	Akar Pekuk	-	+Penyebab	+Gejala	+Solusi	 
dst							
@Copyright Novenda Computer Science Unila 2019							

Gambar 3. 14 Halaman Daftar Penyakit

- **Halaman Tambah Penyakit**

Untuk menambahkan daftar penyakit baru, Admin mengakses tombol tambah yang nantinya akan membawa Admin pada halaman tambah data penyakit baru. Admin dapat mengisi, nama penyakit baru, dan meng-*upload* gambar sesuai dengan penyakit. Setelah selesai mengisi *form*, Admin dapat mengakses tombol simpan untuk menyimpan data dalam *database* atau menekan tombol kembali untuk kembali ke halaman awal penyakit. Perancangan halaman tambah penyakit baru Kubis dapat dilihat pada Gambar 3.15.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis					
BERANDA	PENYAKIT	GEJALA	ATURAN	ARTIKEL	KATEGORI
BUKU TAMU	PEMBATASAN	BANTUAN	TENTANG	ADD ADMIN	LOGOUT

Tambah Data Penyakit

Kode Penyakit :

Nama Penyakit :

Gambar Penyakit :

@Copyright Novenda Computer Science Unila 2019

Gambar 3. 15 Rancangan Halaman Tambah Penyakit Baru Kubis

- **Halaman Edit Data Penyakit**

Halaman edit data penyakit akan muncul saat Admin mengakses tombol edit. Admin dapat merubah data penyakit mulai dari, nama penyakit, mengubah gambar penyakit, dan untuk kode penyakit dibuat secara otomatis pada saat nambah penyakit, kode penyakit tidak bisa diubah. Jika pengeditan selesai, maka Admin dapat menekan tombol simpan dan akan kembali pada halaman daftar penyakit. Rancangan halaman edit data penyakit dapat dilihat pada Gambar 3.16.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis					
BERANDA	PENYAKIT	GEJALA	ATURAN	ARTIKEL	KATEGORI
BUKU TAMU	PEMBATASAN	BANTUAN	TENTANG	ADD ADMIN	LOGOUT

Edit Data Penyakit

Kode Penyakit :

Nama Penyakit :





Gambar Penyakit :

@Copyright Novenda Copmuter Science Unila 2019

Gambar 3. 16 Rancangan Halaman Edit Data Penyakit

- **Halaman Daftar Gejala**

Halaman daftar gejala akan menampilkan daftar gejala penyakit yang sudah diinputkan sebelumnya. Setiap gejala memiliki kode gejala masing-masing. Selain itu Admin dapat mengedit ataupun menghapus gejala penyakit yang ada di tabel daftar gejala. Rancangan halaman gejala dapat dilihat pada Gambar 3.17.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis					
BERANDA	PENYAKIT	GEJALA	ATURAN	ARTIKEL	KATEGORI
BUKU TAMU	PEMBATASAN	BANTUAN	TENTANG	ADD ADMIN	LOGOUT
					Tambah Gejala
DAFTAR DATA GEJALA					
No	Kode Gejala	Nama Gejala	Aksi		
1	G01	Gejala I			
2	G02	Gejala II			
dst.	dst.	dst.			
@Copyright Novenda Computer Science Unila 2019					

Gambar 3. 17 Halaman Daftar Gejala

- **Halaman Tambah Gejala**

Halaman tambah gejala menampilkan form yang berisi kode gejala dan nama gejala. Jika kode gejala dan nama gejala sudah diinputkan maka Admin dapat menekan tombol simpan untuk menyimpan data gejala baru. kode gejala akan muncul secara otomatis pada form tambah gejala. Rancangan halaman tambah gejala dapat dilihat pada Gambar 3.18.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis					
BERANDA	PENYAKIT	GEJALA	ATURAN	ARTIKEL	KATEGORI
BUKU TAMU	PEMBATASAN	BANTUAN	TENTANG	ADD ADMIN	LOGOUT

Tambah Data Gejala

Kode Gejala :

Nama Gejala :

@Copyright Novenda Computer Science Unila 2019

Gambar 3. 18 Rancangan Halaman Tambah Gejala

- **Halaman Edit Gejala**


Halaman edit gejala akan menampilkan data sebelumnya yang ingin kita ubah. Edit data gejala menampilkan kode gejala dan nama gejala. Kode gejala tidak dapat dirubah karena sudah menjadi milik permanen setiap gejala. Rancangan halaman edit gejala dapat dilihat pada Gambar 3.19.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis					
BERANDA	PENYAKIT	GEJALA	ATURAN	ARTIKEL	KATEGORI
BUKU TAMU	PEMBATASAN	BANTUAN	TENTANG	ADD ADMIN	LOGOUT
<div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <div style="background-color: #cccccc; padding: 5px; border: 1px solid gray;">Edit Data Gejala</div> <div style="padding: 10px;"> <p>Kode Gejala <input style="width: 150px;" type="text" value="G01"/></p> <p>Nama Gejala <input style="width: 150px;" type="text" value="Gejala 1"/></p> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> <input type="button" value="Simpan"/> <input type="button" value="Kembali"/> </div> </div> </div>					
@Copyright Novenda Computer Science Unila 2019					

Gambar 3. 19 Rancangan Halaman Edit Gejala

- **Halaman Aturan**

Halaman aturan akan menampilkan daftar aturan (*rule*) dari semua gejala yang ada secara keseluruhan. Gambar 3.20 menampilkan kode gejala, nama gejala penyakit, opsi aturan (*rule*). Admin dapat melakukan aksi untuk setiap gejala penyakit yang ada dengan mengedit. Selain itu admin dapat menambahkan aturan baru yang berkaitan gejala dengan penyakit di dalam sistem melalui tombol edit.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis					
BERANDA	PENYAKIT	GEJALA	ATURAN	ARTIKEL	KATEGORI
BUKU TAMU	PEMBATASAN	BANTUAN	TENTANG	ADD ADMIN	LOGOUT
No	Kode	Nama Gejala Penyakit	Rule/Aturan		
1	G01	Nama Gejala			
2					
3					
4					
5					
6					
dst					
@Copyright Novenda Computer Science Unila 2019					

Gambar 3. 20 Rancangan Halaman Data Aturan

- **Halaman Edit Aturan**

Halaman edit aturan dapat diakses oleh admin ketika ingin mengubah *rule* atau aturan yang sudah ada pada daftar aturan. Sistem akan menampilkan halaman edit untuk mengubah nama penyakit dan gejala yang sebelumnya telah di inputkan pada sistem ini. Rancangan halaman edit aturan dapat dilihat pada Gambar 3.21.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis					
BERANDA	PENYAKIT	GEJALA	ATURAN	ARTIKEL	KATEGORI
BUKU TAMU	PEMBATASAN	BANTUAN	TENTANG	ADD ADMIN	LOGOUT
Edit Rule/Aturan					
Kode Gejala	:	<input type="text" value="G01"/>			
Nama Gejala	:	<input type="text" value="Gejala 1"/>			
Mulai	:	Pilih Status <input type="button" value="v"/>			
		<input type="text" value="Y"/>			
		<input type="text" value="T"/>			
Selesai	:	Pilih Status <input type="button" value="v"/>			
		<input type="text" value="Y"/>			
		<input type="text" value="T"/>			
IF (ok)	:	Pilih Gejala yang Sesuai <input type="button" value="v"/>			
	:	<input type="text" value="Gejala 1"/>			
IF (no)	:	Pilih Gejala yang Sesuai <input type="button" value="v"/>			
	:	<input type="text" value="Gejala 1"/>			
<input type="button" value="Simpan"/> <input type="button" value="Tambah"/>					
@Copyright Novenda Computer Science Unila 2019					

Gambar 3. 21 Halaman Rancangan Edit Aturan

- **Halaman Rancangan Artikel Penyakit Tanaman Kubis**

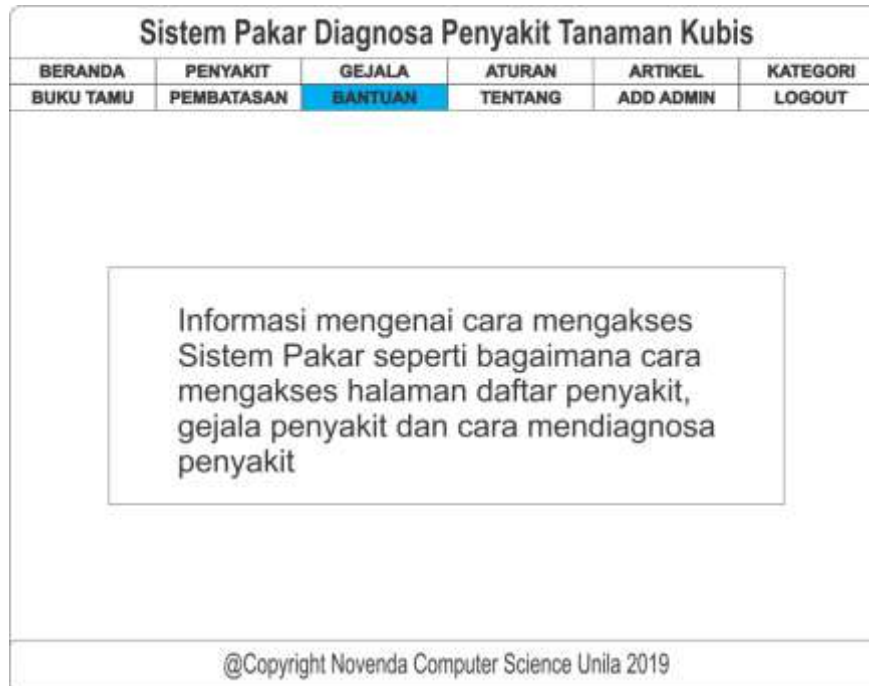
Halaman rancangan artikel penyakit tanaman Kubis merupakan halaman tambahan untuk lebih rinci lagi penyakit yang sudah di inputkan oleh Admin. Setelah pengguna melakukan diagnosa, hasil dari diagnosa akan tampil secara rinci dari penyakit yang dipilih berdasarkan gejala yang dipilih. Halaman rancangan artikel penyakit tanaman Kubis dapat dilihat pada Gambar 3.22.



Gambar 3. 22 Halaman Rancangan Artikel Penyakit Tanaman Kubis

- **Halaman Bantuan**

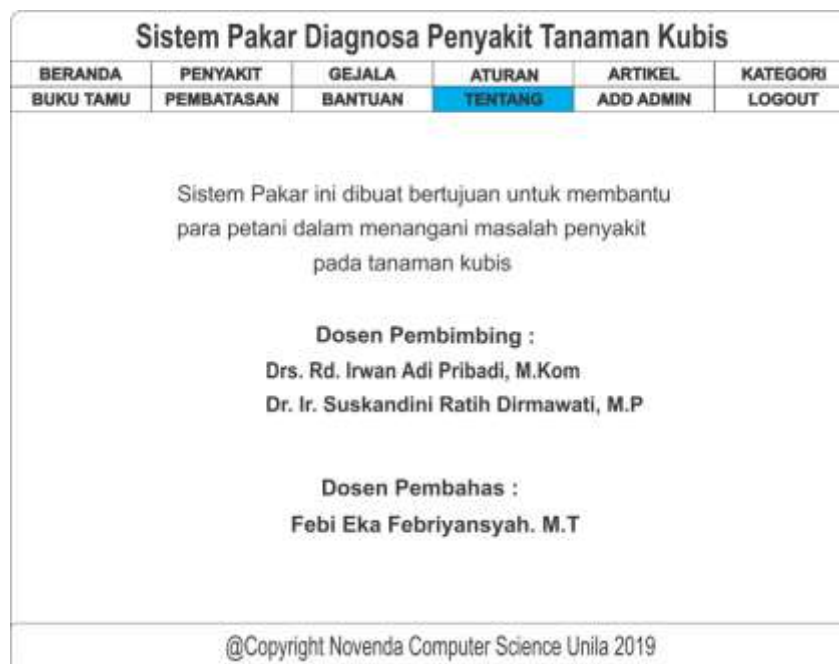
Halaman bantuan berisi tentang bantuan mengenai cara mengakses sistem pakar seperti bagaimana cara mengakses halaman daftar data penyakit, halaman daftar data gejala, dan bagaimana cara mengakses berjalannya sistem. Halaman bantuan dapat dilihat pada Gambar 3.23.



Gambar 3. 23 Halaman Bantuan

- **Halaman Tentang**

Halaman tentang berisi mengenai sistem pakar dan juga mengenai pengembangnya. Gambar 3.24 menunjukkan tampilan halaman tentang.



Gambar 3. 24 Halaman Tentang

- Halaman Tambah Admin

Halaman daftar data Admin menampilkan data Admin. Didalam form Admin ada id_admin, nama admin, username, password, dan status. Status ini ada dua pilihan yaitu Admin master (*full access*) mempunyai hak akses sepenuhnya pada sistem sedangkan, Admin guest (*limited access*) hanya dapat melakukan *input* data dan tidak bisa menghapus maupun mengedit data. Rancangan halaman data Admin dapat dilihat pada Gambar 3.25.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis						
BERANDA	PENYAKIT	GEJALA	ATURAN	ARTIKEL	KATEGORI	
BUKU TAMU	PEMBATASAN	BANTUAN	TENTANG	ADD ADMIN	LOGOUT	
+ Tambah Admin						
No	ID Admin	Nama Admin	Username	Password	Status	Opsi Data
1	....	.....	.....	.....	.....	edit hapus
2	....	....	....	....	....
dst						
@Copyright Novenda Computer Science Unila 2019						

Gambar 3. 25 Halaman Data Admn

- Halaman Tambah Admin Baru

Halaman tambah admin baru menampilkan form yang berisi id_admin, nama admin, username, password, dan status/hak akses. Jika form tambah Admin sudah diisi maka Admin dapat menekan tombol simpan untuk menyimpan data Admin baru. Rancangan halaman tambah admin baru dapat dilihat pada Gambar 3.26.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis					
BERANDA	PENYAKIT	GEJALA	ATURAN	ARTIKEL	KATEGORI
BUKU TAMU	PEMBATASAN	BANTUAN	TENTANG	ADD ADMIN	LOGOUT

Tambah Admin Baru +

ID Admin	<input type="text"/>
Nama Admin	<input type="text"/>
Username	<input type="text"/>
Password	<input type="password"/>
Status/Hak Akses	<input type="text"/>

@Copyright Novenda Computer Science Unila 2019

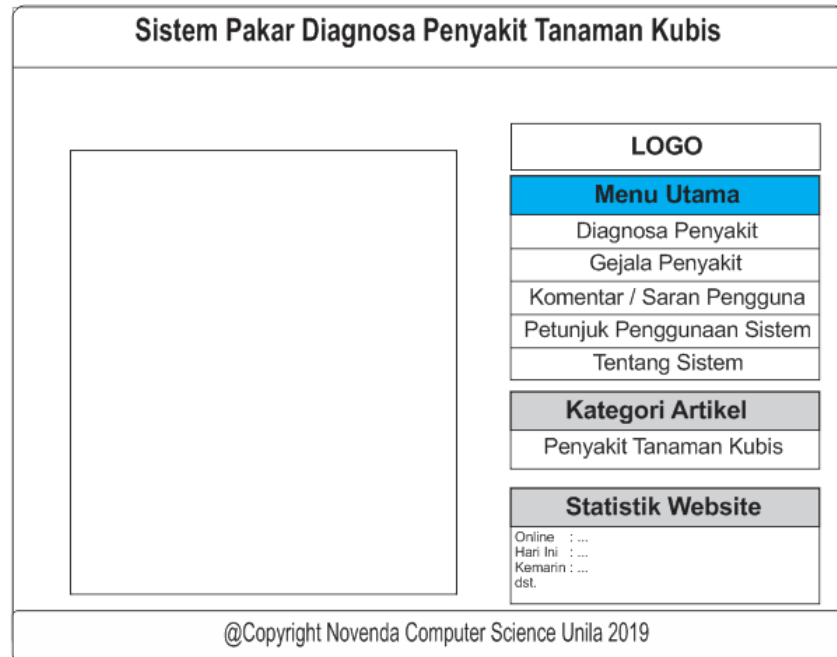
Gambar 3. 26 Halaman Tambah Admin Baru

B. Halaman Pengguna (Masyarakat Publik)

- Halaman Beranda Pengguna

Halaman beranda merupakan halaman pertama yang akan ditampilkan saat pengguna mengakses sistem diagnosa penyakit tanaman Kubis. Sistem akan menampilkan daftar menu diantaranya adalah menu diagnosa penyakit, daftar gejala penyakit, bantuan, tentang, masukkan pengguna, dan kategori artikel.

Rancangan tampilan beranda untuk pengguna dapat dilihat pada Gambar 3.27.



Gambar 3. 27 Halaman Beranda Pengguna

- **Halaman Diagnosa Penyakit**

Pengguna dapat mengakses menu diagnosa penyakit untuk memulai deteksinya terhadap penyakit tanaman Kubis yang dialami oleh para petani. Pertama sistem akan menampilkan *form* identitas pada Gambar 3.28 yang harus diisi oleh pengguna. Selanjutnya sistem akan langsung menampilkan tabel gejala- gejala pada Gambar 3.29. kemudian setelah selesai memilih gejala yang dialami oleh para petani maka sistem akan menampilkan hasil deteksi penyakit tanaman Kubis yang dirancang dalam Gambar 3.30.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis

ID Pengguna :

Nama Pengguna :

Jenis Kelamin : Laki-Laki Perempuan

[Masuk / Registrasi](#)

LOGO

Menu Utama

[Diagnosa Penyakit](#)

[Gejala Penyakit](#)

[Komentar / Saran Pengguna](#)

[Petunjuk Penggunaan Sistem](#)

[Tentang Sistem](#)

Kategori Artikel

[Penyakit Tanaman Kubis](#)

Statistik Website

Online : ...

Hari ini : ...

Kemarin : ...

dst.

@Copyright Novenda Computer Science Unila 2019

Gambar 3. 28 Rancangan Halaman Diagnosa Penyakit

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis

Pertanyaan

Pertanyaan Apakah.....?

Benar

Tidak

[Selanjutnya](#)

LOGO

Menu Utama

[Diagnosa Penyakit](#)

[Gejala Penyakit](#)

[Komentar / Saran Pengguna](#)

[Petunjuk Penggunaan Sistem](#)

[Tentang Sistem](#)

Kategori Artikel

[Penyakit Tanaman Kubis](#)

Statistik Website

Online : ...

Hari ini : ...

Kemarin : ...

dst.

@Copyright Novenda Computer Science Unila 2019

Gambar 3. 29 Lanjutan Halaman Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis

[Kembali](#)

Gambar Penyakit	Nama Penyakit : Gejala Penyakit : - Gejala 1 - Gejala 2 - Gejala 3
Penyebab Penyakit :	
Solusi Penanganannya :	

@Copyright Novenda Computer Science Unila 2019

Gambar 3. 30 Halaman Rancangan Hasil Diagnosa Penyakit

- **Halaman Data Gejala**

Pengguna sistem diagnosa penyakit tanaman Kubis dapat melihat seluruh data gejala yang ada *didatabase*. Perancangan halaman lihat data gejala dapat dilihat pada Gambar 3.31.

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis

LOGO

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DAFTAR DATA GEJALA</th> </tr> <tr> <th style="width: 10%;">No</th> <th>Nama Gejala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Gejala 1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Gejala 2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">dst.</td> <td>dst.</td> </tr> </tbody> </table>	DAFTAR DATA GEJALA		No	Nama Gejala	1	Gejala 1	2	Gejala 2	dst.	dst.	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #cccccc; text-align: center; font-weight: bold; padding: 5px;">Menu Utama</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Diagnosa Penyakit</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #00aaff; color: white; text-align: center; padding: 5px;">Gejala Penyakit</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Komentar / Saran Pengguna</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Petunjuk Penggunaan Sistem</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Tentang Sistem</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc; text-align: center; font-weight: bold; padding: 5px;">Kategori Artikel</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Penyakit Tanaman Kubis</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc; text-align: center; font-weight: bold; padding: 5px;">Statistik Website</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> Online : — Hari Ini : — Kemarin : — det. </td> </tr> </table>	Menu Utama	Diagnosa Penyakit	Gejala Penyakit	Komentar / Saran Pengguna	Petunjuk Penggunaan Sistem	Tentang Sistem	Kategori Artikel	Penyakit Tanaman Kubis	Statistik Website	Online : — Hari Ini : — Kemarin : — det.
DAFTAR DATA GEJALA																					
No	Nama Gejala																				
1	Gejala 1																				
2	Gejala 2																				
dst.	dst.																				
Menu Utama																					
Diagnosa Penyakit																					
Gejala Penyakit																					
Komentar / Saran Pengguna																					
Petunjuk Penggunaan Sistem																					
Tentang Sistem																					
Kategori Artikel																					
Penyakit Tanaman Kubis																					
Statistik Website																					
Online : — Hari Ini : — Kemarin : — det.																					

@Copyright Novenda Computer Science Unila 2019

Gambar 3. 31 Halaman Rancangan Data Gejala

- **Halaman Komentar/Saran Pengguna**

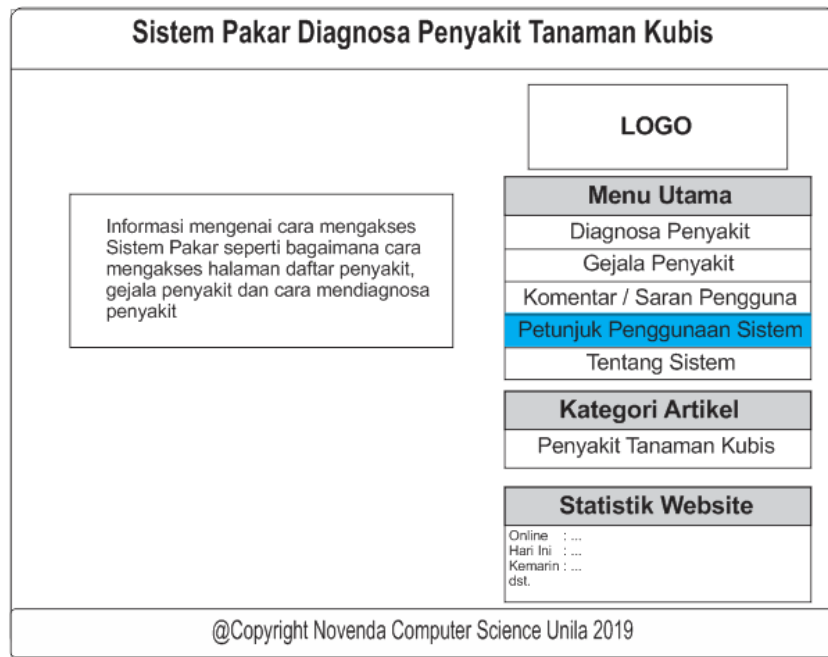
Halaman komentar/saran merupakan halaman tambahan jika ada penyakit beserta gejala dari pengguna (Masyarakat publik). Sistem nanti akan memberitahu Admin jika ada tambahan penyakit beserta gejalanya. Rancangan halaman masukkan pengguna dapat dilihat pada Gambar 3.32.

The screenshot shows a web interface for a plant disease diagnosis expert system. The main content area is titled 'Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kubis'. It includes a 'LOGO' placeholder, a 'Menu Utama' section with options like 'Diagnosa Penyakit', 'Gejala Penyakit', 'Komentar / Saran Pengguna' (highlighted), 'Petunjuk Penggunaan Sistem', and 'Tentang Sistem'. Below the menu is a 'Kategori Artikel' section for 'Penyakit Tanaman Kubis' and a 'Statistik Website' section. The main form area prompts users to 'Silahkan Masukan Komentar, Kritik, Dan Saran Anda Disini...!!!' and contains input fields for 'Nama Pengirim', 'Alamat Email', and a large text area for 'Masukkan Kritik Atau Saran'. There are also 'Capta' buttons and 'Kirim Masukan' and 'Reset' buttons. The footer indicates '@Copyright Novenda Computer Science Unila 2019'.

Gambar 3. 32 Rancangan Halaman Masukkan Pengguna

- **Halaman Petunjuk Penggunaan Sistem**

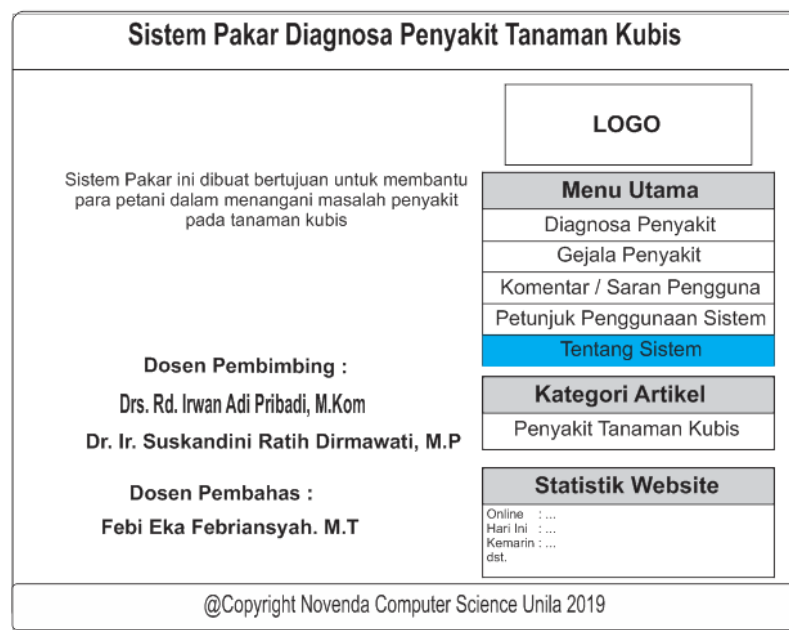
Halaman bantuan berisi tentang bantuan mengenai cara mengakses sistem seperti bagaimana cara mengakses halaman diagnosa penyakit, halaman daftar data gejala, dan bagaimana cara mengakses berjalannya sistem. Halaman bantuan dapat dilihat pada Gambar 3.33.



Gambar 3. 33 Rancangan Halaman Masukkan Pengguna

- **Halaman Tentang**

Halaman tentang berisi mengenai sistem pakar dan juga mengenai pengembangnya. Gambar 3.34 menunjukkan tampilan halaman tentang.



Gambar 3. 34 Rancangan Halaman Tentang

3.3.4 Implementasi Sistem/*Coding*

Setelah tahapan perancangan sistem selesai maka tahapan selanjutnya adalah mengimplementasikan perancangan sistem kedalam sistem yang akan dibangun dengan bahasa pemrograman *Php* dan *database Mysql*. Sedangkan metode penalaran atau inferensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode *Forward Chaining*.

- Metode *Forward Chaining*

Metode *forward chaining* merupakan teknik pencarian yang dimulai dengan fakta yang diketahui, kemudian mencocokkan fakta-fakta tersebut dengan bagian dari *rule (IF-THEN)*. Bila ada fakta IF yang cocok dengan bagian IF, maka *rule* tersebut dieksekusi. Pencocokan berhenti bila tidak ada lagi *rule* yang bisa dieksekusi.

3.3.5 Pengujian Sistem (*Testing*)

Tahap *coding* yang sebelumnya dilakukan akan menghasilkan sistem pakar yang berguna untuk mendiagnosa penyakit tanaman Kubis. Untuk memastikan suatu sistem berjalan dengan semestinya maka dilakukann tahap pengujian sistem. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi ketidaknyamanan pada saat orang banyak menggunakan sistem. Pengujian pada sistem pakar diagnosa penyakit tanaman Kubis akan dilakukan dalam pengujian internal dan eksternal.

3.3.5.1 Pengujian Internal

Penelitian akan melakukan pengujian internal dengan langsung memastikan fungsi sistem berjalan dengan baik. Selain itu peneliti juga akan menguji Kepekaran sistem berdasarkan fakta-fakta yang telah disajikan.

a. Pengujian Fungsional

Dalam melakukan pengujian fungsional dari sistem pakar akan dilakukan metode *black box* dengan teknik *Equivalence Partitioning* (EP). EP adalah metode pengujian *black box* yang memecahkan atau membagi domain input dari program ke dalam kelas-kelas data sehingga *test case* dapat diperoleh. Perancangan *test case* EP berdasarkan evaluasi kelas *equivalence* untuk kondisi input yang menggambarkan kumpulan keadaan yang valid atau tidak. Rancangan daftar pengujian *black box* dapat dilihat pada lampiran 6 Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

b. Pengujian Kepekaran Sistem

Pengujian Kepekaran sistem dilakukan dengan menguji Admin dalam mendiagnosa penyakit tanaman Kubis. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan menguji sistem dalam diagnosa penyakit tanaman Kubis berdasarkan gejala atau fakta-fakta yang diberikan.

3.3.5.2 Pengujian Eksternal

Pada tahap ini sebelum sistem digunakan banyak orang/pengguna, maka wajib dilakukan pengujian perangkat lunak yang dikembangkan telah sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Pengujian berguna untuk mengetahui jenis *error* yang

ada pada perangkat lunak. Maka dipastikan bahwa sistem akan menghasilkan informasi.

3.3.6 Penyusunan Laporan

Tahapan penyusunan laporan merupakan tahapan akhir dalam penelitian ini. Penyusunan laporan dapat dilakukan ketika beberapa proses sebelumnya telah selesai, sistem telah selesai dan diuji, serta tidak terdapat kesalahan. Data hasil pengujian sistem akan dianalisis dan ditarik kesimpulan. Selanjutnya seluruh data hasil penelitian akan disusun dan didokumentasikan dalam bentuk laporan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pakar tanaman Kubis dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi masyarakat mengenai penyakit tanaman Kubis yang ada.
2. Sistem pakar Tanaman Kubis masuk dalam kategori “**Sangat Baik**” dengan total rata-rata yang diperoleh pada variabel Sistem Pakar Kubis sebesar 83%.
3. Sistem pakar yang dibangun dapat memberikan hasil diagnosa berdasarkan fakta-fakta yang telah diberikan.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka diperoleh beberapa saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut sebagai berikut:

1. Menambahkan atau melengkapi data penyakit, dan gejala serta perbaikan dan penyempurnaan pertanyaan gejala secara lebih detail.
2. Sistem dapat dikembangkan dalam bentuk aplikasi Android untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arhami, M. 2005. *Konsep Dasar Sistem pakar*. Yogyakarta: Andi.
- Azwar, S. 2011. *Sikap dan Perilaku, Dalam: Sikap Manusia Teori dan Pengembangannya*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2017. *Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Indonesia*. [Online]. Tersedia: <https://lampung.bps.go.id/>. Diakses pada tanggal 13 Januari 2019.
- Basri, Eka Riska, 2017, “Implementasi Sistem pakar Berbasis Android Pada Penyakit Tanaman Lada Dengan Menggunakan Metode Forward Chaining”, *Skripsi*, Bandar Lampung: Fakultas MIPA Universitas Lampung.
- Cahyono, B. (2001). *Kubis Bunga dan Broccoli*. Kanisius, Yogyakarta. Hal 12-14.
- Djarwanto, P.S. 1996. *Statistik Induktif*. BPFE-UGM. Yogyakarta
- Hartati, Sri dan Sari Iswanti. 2008. *Sistem pakar dan Pengembangannya*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Herminanto, Wiharsi & Sumarsono, T. 2004. *Potensi Ekstrak Biji Srikaya (Annona squamosa L.) Untuk Mengendalikan Ulat Krop Kubis Crocidolomia pavonana F.* Agrosains 6 (1): 31-35.
- Kusrini, 2006. *Sistem pakar Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi.
- Kusumadewi, S. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Munawar. 2005. *Pemodelan Visual dengan UML*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Nidhra, Srinivas dan Jagruthi Dondeti. 2012. *Black Box and White Box Testing Techniques- A Literature Review. International Journal of Embedded Systems and Application (IJESA)*, Vol 2, No.2, PP. 29-50.
- Nidhra, Srinivas dan Jagruthi Dondeti. 2012. *Black Box and White Box Testing Techniques- A Literature Review. International Journal of Embedded Systems and Application (IJESA)*, Vol 2, No.2, PP. 29-50.
- Puspitasari, Heni. 2011. *Pemograman Web Database dengan PHP & MySQL*. Yogyakarta: Skripta.
- S, Rosa A. Dan M. Shalahuddin. 2013. *Rekayasa Perangkat Lunak*. Bandung: Informatika.
- Sarma, S.K., Singh, K.R., dan Abhijeet, S., 2010, *An Expert System for diagnosis of diseases in Rice Plant, International Journal of Artificial Intelligence and Expert Systems (IJAE)*, Vol. 1, Issue 2, pp. 26-31.
- Semangun, H. 2004. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura Di Indonesia*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Sinaga, M.D. 2014. *Sistem pakar Mendeteksi Penyakit Tanaman Terong Belanda dengan Menggunakan Metode Forward Chaining*. Jatisi.
- Siswanto. 2010. *Kecerdasan Tiruan Edisi 2*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Sutojo, T., Edy, M., dan Vincent, S. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- Zulkifli. 2013. *Model Prediksi Berbasis Neural Network untuk Pengujian Perangkat Lunak Metode Black Box*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI). ISSN: 1907-5022, PP.33-37