

**SISTEM PAKAR UNTUK DIAGNOSA PENYAKIT PADA
TANAMAN BUAH NAGA MENGGUNAKAN METODE
DEMPSTER SHAFER**

LAPORAN KERJA TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Pada Jurusan Teknik Informatika

Oleh :

DEWI MAYANG SARI
10751000049



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS ISLAM
NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU PEKANBARU
2012**

SISTEM PAKAR UNTUK DIAGNOSA PENYAKIT PADA BUAH NAGA MENGGUNAKAN METODE *DEMPSTER-SHAFER*

**DEWI MAYANG SARI
NIM : 10751000049**

Tanggal Sidang : 01 Juli 2013
Periode Wisuda : November 2013

Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas
Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Jl.HR.
Soebrantas No.155 Pekanbaru

ABSTRAK

Buah naga dapat diserang berbagai macam penyakit. Untuk mengetahui secara tepat jenis penyakit yang menyerang buah naga serta cara pengendaliannya dibutuhkan seorang ahli tanaman. Namun demikian, keterbatasan yang dimiliki seorang ahli tanaman terkadang menjadi kendala bagi petani yang akan melakukan konsultasi. Meskipun seorang pakar adalah orang yang ahli dalam bidangnya, namun sebagai manusia biasa dalam kenyataannya seorang pakar mempunyai keterbatasan daya ingat dan stamina kerja. Selain itu mahalnya biaya konsultasi juga menjadi hambatan bagi petani untuk mendapatkan suatu solusi atas masalah mereka. Sehingga dibutuhkan suatu sistem yang dapat membantu layaknya seorang pakar, yang didalamnya berisi pengetahuan mengenai penyakit pada buah naga. Pada tugas akhir ini dibangun suatu sistem pakar untuk diagnosa penyakit pada buah naga. Penelusuran dilakukan dengan menggunakan mesin inferensi forward chaining dan perhitungan diagnosa dengan metode Dempster-Shafer. Metode Dempster-Shafer menghitung besarnya kemungkinan suatu penyakit yang menyerang buah naga berdasarkan nilai probabilitas densitas yang dimiliki setiap gejala. Petani harus menjawab pertanyaan yang ditampilkan oleh sistem, kemudian sistem akan menghitung nilai kemungkinan terhadap suatu penyakit. Hasil yang dikeluarkan oleh sistem pakar ini adalah jenis penyakit, solusi dan persentase nilai kemungkinan terhadap suatu penyakit. Melalui sistem pakar yang dirancang dengan bahasa pemrograman PHP dan MySQL sebagai databasenya, dapat memberikan output sesuai dengan analisa dan tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini.

Kata Kunci : *Dempster-Shafer, MySQL, PHP, Forward chaining.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil'alamin, penulis ucapkan syukur yang setinggi-tinggi ke-hadirat Allah SWT, karena atas segala limpahan rahmat dan karuniahnya yang diberikan sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian sekaligus penulisan laporan tugas akhir ini. *Allahumma sholli'ala Muhammad wa'ala ali sayyidina Muhammad*, yang tidak lupa saya haturkan juga untuk junjungan alam, kekasih Allah, Rasul Allah, dan tauladan kita yakni Nabi Muhammad SAW.

Laporan tugas akhir ini merupakan salah satu prasyarat untuk memenuhi persyaratan akademis dalam rangka meraih gelar kesarjanaan di Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau (UIN SUSKA Riau). Selama menyelesaikan tugas akhir ini, saya telah banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan petunjuk dari banyak pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu dalam kesempatan ini saya ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Nazir, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Dra. Yenita Morena, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Ibu DR.Okfalisa, ST, M.Sc, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi dan sekaligus sebagai penguji I pada Tugas Akhir ini.
4. Ibu Novi Yanti, ST, M.Kom selaku dosen pembimbing tugas akhir. Terima kasih bu untuk dukungan, ilmu serta semangat yang Ibu berikan dalam membimbing saya mengerjakan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Reski Mai Candra, ST, M.Sc Selaku koordinator Tugas Akhir yang telah memberi masukan-masukan untuk penyelesaian Tugas Akhir ini, dan sangat sabar membantu penulis dalam mempersiapkan semua kebutuhan penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

6. Ibu Luh Kesuma Wardhani ST, MT Selaku Penasehat Akademis (PA) penulis.
7. Ibu Elin Haerani ST, M.Kom Selaku dosen penguji II, terimakasih atas segala saran dan kritiknya bu.
8. Terimakasih yang sangat tidak terhingga kepada Orang Tua saya, Ayah dan Mak. Terimakasih atas do'a, kesabaran, dukungan dan semua yang Ayah dan Mak berikan selama ini.
9. Terimakasih untuk abang-abang, kakak dan adik saya, Yusrizal, Brigadir Sandri, Syafni Hartati, Spd , Puspita Wati, Terimakasih atas dukungan moril maupun materilnya.
10. Terimakasih untuk *My Happyday* Briptu Roni Sarmel atas kesabaran dan dukungannya selama ini.
11. Terimakasih kepada teman-teman dan sahabat-sahabat yang sudah banyak membantu, untuk Titin, Imel, Diana, Olin, Iim yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
12. Terimakasih kepada teman-teman TIF D angkatan 07 yang selalu memberi senyum dan semangat yang luar biasa.
13. Terimakasih kepada seluruh staf dosen dan karyawan Fakultas Sains dan Teknologi, khususnya jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan untuk kesempurnaan laporan ini. Akhirnya penulis berharap semoga laporan ini dapat member manfaat bagi para pembaca.

Pekanbaru, Juni 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL LAPORAN.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR SIMBOL.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah	I-3
1.3. Batasan Masalah.....	I-4
1.4. Tujuan	I-4
1.5. Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
2.1. Kecerdasan Buatan	II-1
2.2. Sistem Pakar	II-2
2.2.1 Konsep Dasar Sistem Pakar.....	II-5
2.2.2 Struktur Sistem Pakar	II-5
2.2.3 Komponen Sistem Pakar	II-6
2.2.4 Basis Pengetahuan	II-8
2.2.5 Mesin Inferensi	II-9
2.2.6 Pengembangan Sistem Pakar	II-9

2.3. Teori Dempster-Shafer	II-14
2.3.1. Kelebihan dan Kekurangan Teori Dempster Shafer....	II-18
2.4. Buah Naga.....	II-19
2.4.1 Morfologi Buah Naga	II-20
2.4.2 Penyakit Buah Naga.....	II-21
2.4.2.1 Antraknosa	II-23
2.4.2.2 Busuk Bakteri	II-24
2.4.2.3 Busuk Pangkal Batang	II-25
2.4.2.4 Fusarium	II-26
2.4.2.5 Solenopsis	II-28
2.4.2.6 Uret	II-28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1. Pengumpulan Data	III-2
3.2. Identifikasi Masalah	III-3
3.3. Perumusan Masalah	III-3
3.4. Pemilihan Metode Pengembangan Sistem.....	III-3
3.5. Analisa Sistem.....	III-3
3.5.1. Analisa Sistem Lama	III-4
3.5.2. Analisa Sistem Baru.....	III-4
3.6. Perancangan Sistem	III-5
3.6.1. Perancangan Basis Data	III-5
3.6.2. Perancangan Struktur Menu.....	III-5
3.6.3. Perancangan Antar Muka (<i>Interface</i>).....	III-5
3.7. Implementasi dan Pengujian	III-6
3.7.1. Implementasi Sistem	III-6
3.7.2. Pengujian Sistem.....	III-6
3.8. Kesimpulan dan Saran ^{xii}	III-6
BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN.....	IV-1
4.1. Analisa Sistem.....	IV-1
4.1.1 Analisa Sistem Lama.....	IV-1
4.1.2 Analisa Sistem Baru	IV-2

4.1.2.1 Analisa Kebutuhan Data	IV-3
4.1.2.2 Analisa Basis Pengetahuan	IV-4
4.1.2.3 Analisa Motor Inferensi	IV-12
4.1.2.4 Penalaran/Inferensi	IV-13
4.1.2.5 Struktur Pohon Inferensi	IV-15
4.1.2.6 Proses	IV-17
4.1.2.7 Analisa Metode Dempster-Shafer.....	IV-18
4.2 Analisa Fungsional	IV-24
4.2.1 Bagan Alir (<i>Flowchart</i>)	IV-24
4.2.2 Diagram Konteks (<i>Context Diagram</i>)	IV-25
4.2.3 DFD Level 1	IV-26
4.2.4 DFD Level 2 Proses 1 (<i>Login</i>).....	IV-28
4.2.5 DFD Level 2 Proses 2 (Data Master)	IV-29
4.2.6 <i>Entity Relationship Diagram</i> (ERD)	IV-30
4.3. Perancangan Aplikasi Sistem.....	IV-33
4.3.1 Perancangan Basis Data	IV-33
4.3.2 Perancangan Antar Muka Sistem	IV-34
4.3.2.1 Rancangan Struktur Menu	IV-35
4.3.2.2 Rancangan Antar Muka	IV-35
4.3.2.2.1 Rancangan Menu Utama.....	IV-35
4.3.2.2.2 Rancangan Menu Beranda	IV-36
4.3.2.2.3 Rancangan Menu Diagnosa	IV-37
BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN.....	V-1
5.1. Implementasi Sistem	V-1
5.1.1. Batasan Implementasi.....	V-1
5.1.2. Lingkungan Implementasi	V-1
5.1.3. Analisa Hasil	V-2
5.1.4. Implementasi Model Persoalan	V-2
5.2.1. Tampilan Menu Utama	V-2
5.2.2. Tampilan Menu Beranda	V-3
5.2.3. Tampilan Menu Diagnosa	V-3

5.2. Pengujian Sistem	V-9
5.2.1. Lingkungan Pengujian Sistem.....	V-9
5.2.2. Deskripsi dan Hasil Pengujian.....	V-9
5.2.2.1. Pengujian Dengan <i>Blackbox</i>	V-9
5.2.2.1.1. Pengujian Modul <i>Login</i>	V-10
5.2.2.1.2. Pengujian Modul Diagnosa	V-11
5.2.2.2 Pengujian Dengan <i>User Acceptance Test</i>	V-11
5.2.2.2 Pengujian Dengan Teknik <i>Sampling</i> dari hasil diagnosa.....	V-14
5.2.3 Kesimpulan Pengujian.....	V-16
BAB VI PENUTUP	VI-1
6.1. Kesimpulan	VI-1
6.2. Saran.....	VI-1
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
RIWAYAT HIDUP	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah naga atau *dragon fruit* merupakan salah satu tanaman buah yang memiliki daya tarik tersendiri. Buahnya sangat tepat disajikan dalam semua acara. Rasa khas dari buah naga ini merupakan kombinasi dari rasa manis, asam dan sedikit gurih menyegarkan. Selain itu buah naga juga mengandung zat-zat yang berkhasiat sebagai obat. Karena khasiat tersebut buah ini semakin banyak dicari orang yang ingin menjaga kesehatan ataupun yang ingin melakukan pengobatan.

Semakin banyaknya permintaan terhadap buah ini memberikan prospek usaha yang sangat menjanjikan. Peluang ini ditangkap oleh para petani yang ada di Indonesia, sehingga kini telah banyak petani lokal yang membudidayakan buah berbentuk unik ini. Penanaman suatu komoditas pertanian secara luas dan monokultur berpeluang terjadinya gangguan suatu hama atau penyakit. Di beberapa negara produsen buah naga dilaporkan adanya beberapa hama dan penyakit berbahaya yang mengancam produksi tanaman buah naga. Hama tersebut seperti hama kumbang, bekicot dan semut. Selain itu serangan mikroba seperti cendawan atau jamur juga bisa mengancam pertumbuhan tanaman buah naga. Adapun penyakit yang terjadi seperti Antraknosa, Busuk bakteri, Busuk pangkal batang, Fusarium, Solenopsis dan Uret (Kristanto, 2008).

Masalah gangguan hama dan mikroba tersebut juga dialami oleh petani buah naga di Indonesia. Untuk mengatasi masalah ini umumnya petani melakukan pengendalian secara konvensional, yaitu menggunakan pestisida secara intensif. Penggunaan secara berlebihan selain tidak efisien juga dapat menimbulkan berbagai masalah yang serius seperti pencemaran lingkungan dan menurunkan harga jual. Untuk mengatasi permasalahan ini peran seorang pakar sangat diandalkan untuk

mendiagnosa dan menentukan jenis penyakit serta memberikan cara penanggulangan yang tepat untuk mendapatkan solusi terbaik.

Namun demikian, keterbatasan yang dimiliki seorang ahli tanaman terkadang menjadi kendala bagi para petani yang akan melakukan konsultasi. Meskipun seorang pakar adalah orang yang ahli dalam bidangnya, namun sebagai manusia biasa dalam kenyataannya seorang pakar mempunyai keterbatasan daya ingat dan stamina kerja. Selain itu ketiadaan pakar dan mahalnya biaya konsultasi disuatu daerah juga menjadi hambatan bagi petani dalam mendapatkan solusi untuk masalah yang mereka hadapi. Hal ini bisa berlanjut pada kesalahan solusi yang diambil. Jika hal ini sampai terjadi dapat mengakibatkan sesuatu yang fatal terhadap tanaman seperti tanaman mati atau terjadinya gagal panen. Untuk mengatasi masalah tersebut ditawarkan pemanfaatan teknologi sebagai pengganti seorang pakar.

Untuk mengambil suatu keputusan yang benar pada sistem pakar, diperlukan suatu metode yang dapat mengatasi ketidakpastian data. Ketidakpastian dapat mengakibatkan data menjadi tidak lengkap dan tidak konsisten. Salah satu cara yang digunakan untuk mengatasi ketidakpastian data adalah dengan menggunakan *Dempster-Shafer*.

Teori *Dempster-Shafer* adalah suatu teori yang dikembangkan oleh Arthur p. Demster dan Glen Shafer. Teori *Dempster-Shafer* mengijinkan untuk menentukan *degree of belief* (derajat kepercayaan) dan *plausible reasioning* (pemikiran yang masuk akal) yang digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi yang terpisah untuk mengkalkulasikan kemungkinan dari suatu peristiwa. Setiap potongan informasi memiliki nilai pengaruh *evidence* terhadap hipotesa yang ada. Dengan menggunakan nilai densitas maka diagnosa dapat dilakukan, hipotesa yang memiliki nilai probabilitas densitas akhir paling tinggi yang merupakan diagnosa yang paling baik (Hartati, 2008).

Metode *Dempster-Shafer* ini telah diterapkan dalam beberapa kasus diantaranya “Perancangan Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Pada Lambung Dengan Metode *Dempster-Shafer*” (Jannah. 2011), selanjutnya “Aplikasi Sistem Pakar

Diagnosa Penyakit Ginjal Dengan Metode Dempster-Shafer” (Sulistiyohati dan Taufik Hidayat, 2008) , dan “Sistem Pakar Metode Dempster-Shafer Untuk Menentukan Jenis Gangguan Perkembangan Pada Anak” (Dahria, dkk, 2013). Perbedaan antara sistem yang dibangun dengan sistem yang sudah ada yaitu pada kasus atau masalah yang dibahas dalam sistem.

Dari latar belakang permasalahan ini, penulis membangun suatu sistem pakar dengan judul **“Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Pada Buah Naga Menggunakan Metode *Dempster-Shafer* ”**. Sistem ini dibangun dengan harapan dapat membantu petani dalam mendapatkan solusi atas penyakit yang menyerang tanaman buah naga mereka tanpa harus berkonsultasi langsung dengan pakar dan dapat membantu pakar dengan cara menggantikan pakar jika pakar sedang tidak berada ditempat. Adapun *output* yang akan dihasilkan dari sistem pakar ini adalah jenis penyakit yang menyerang tanaman buah naga dan cara penanggulangannya.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini yaitu Bagaimana membangun sistem pakar yang dapat mengidentifikasi penyakit pada tanaman buah naga dan memberikan solusi penanganannya dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*.

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan masalah lebih terfokus dan mendapatkan hasil yang maksimal maka penulis memberikan batasan-batasan masalah yang dapat didefinisikan dalam Tugas Akhir ini yaitu :

1. Diagnosa pada sistem hanya berdasarkan gejala yang dapat diamati secara kasat mata, tidak mencakup pengamatan dengan mikroskopis.

2. Teknik pengambilan keputusan dalam perancangan sistem pakar ini menggunakan nilai probabilitas densitas *Dempster –Shafer* yang dimiliki masing-masing gejala.
3. Basis pengetahuan menggunakan penalaran berbasis aturan (*Rule-Based Reasoning*) dan motor inferensinya menggunakan *Forward Chaining*.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah membangun sistem pakar yang dapat membantu petani dalam mendiagnosa penyakit pada buah naga.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini terdiri dari enam bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan , dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisi teori-teori yang didapat dari studi literatur dan konsep-konsep yang terkait dengan judul Tugas Akhir ini, beserta dengan penyelesaian masalah yang diambil dalam penyusunan Tugas Akhir.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tahapan penelitian yaitu, identifikasi masalah, perumusan masalah, *study literature*, analisa sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem dan kesimpulan akhir.

BAB IV : ANALISA DAN PERANCANGAN

Berisi tentang analisa dan perancangan perangkat lunak aplikasi sistem pakar yang akan digunakan sebagai dasar tahap implementasi yang akan dilaksanakan berikutnya.

BAB V : IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai implementasi yang terdiri dari : batasan implementasi, lingkungan implementasi, hasil implementasi, pengujian sistem dan kesimpulan akhir pengujian.

BAB VI : PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang dapat diambil dari keuntungan sistem serta berisi tentang saran-saran yang diambil dari kelemahan sistem untuk perbaikan guna pengembangan lebih lanjut bagi sistem yang telah dibuat.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan merupakan kawasan penelitian, aplikasi dan instruksi yang terkait dengan pemrograman komputer untuk melakukan sesuatu hal yang dalam pandangan manusia adalah cerdas (H.A Simon,1987). Kecerdasan buatan (*Artificial Intelegent*) merupakan salah satu bagian dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia dan mendesain mesin agar bisa lebih baik daripada yang dilakukan manusia. Kecerdasan buatan menjadikan komputer dapat berkomunikasi dengan bahasa alamiah, berupaya mengingat semua fakta yang rumit serta memberikan keputusan, berupaya memberikan nasihat untuk berbagai situasi, berupaya menggerakkan mesin dan berupaya merancang tindakan untuk menetapkan tindakan.

Manusia cerdas dalam menyelesaikan masalah karena manusia mempunyai pengetahuan dan pengalaman. Pengetahuan diperoleh dari belajar, semakin banyak pengetahuan yang dimiliki maka akan lebih mampu menyelesaikan permasalahan yang ada. Akan tetapi pengetahuan saja tidak cukup, manusia juga diberi akal untuk melakukan penalaran, mengambil kesimpulan berdasarkan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki. Tanpa memiliki kemampuan untuk menalar dengan baik, manusia dengan segudang pengetahuan dan pengalaman tidak akan dapat menyelesaikan masalah dengan baik. Demikian juga dengan kemampuan menalar yang sangat baik, tanpa pengetahuan dan pengalaman yang memadai manusia juga tidak akan dapat menyelesaikan masalah dengan baik.

Demikian juga agar mesin bisa cerdas atau bertindak seperti dan sebaik manusia maka harus diberi bekal pengetahuan, sehingga mempunyai kemampuan untuk menalar. Untuk membuat aplikasi kecerdasan buatan ada dua bagian utama yang dibutuhkan :

1. Basis pengetahuan (*knowledge base*), bersifat fakta-fakta, teori, pemikiran dan hubungan antara satu dengan yang lain.
2. Motor inferensi (*inference engine*), kemampuan menarik kesimpulan berdasarkan kemampuan.

Teknik yang digunakan dalam kecerdasan buatan memungkinkan dibuatnya sebuah program yang setiap bagiannya mengandung langkah-langkah independen dan dapat diidentifikasi dengan baik untuk dapat memecahkan sebuah atau sejumlah persoalan. Setiap potong program adalah seperti sepotong informasi dalam pikiran manusia. Jika informasi tersebut diabaikan, pikiran kita secara otomatis dapat mengatur cara kerjanya untuk menyesuaikan diri dengan fakta atau informasi yang baru tersebut. Kita tidak perlu mengingat setiap potong informasi yang telah kita pelajari, hanya yang relevan dengan persoalan yang kita gunakan. Demikian juga dengan kecerdasan buatan, setiap potong bagian program kecerdasan buatan dapat dimodifikasi tanpa mempengaruhi struktur seluruh programnya. Hal ini dapat menghasilkan program yang semakin efisien dan mudah dipahami.

2.2 Sistem Pakar

Secara umum, sistem pakar (*expert system*) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang dilakukan para ahli. Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan masalah tertentu dengan meniru cara kerja dari para ahli. Dengan sistem pakar ini orang awampun dapat menyelesaikan masalah yang cukup rumit yang sebenarnya hanya dapat diselesaikan dengan bantuan seorang ahli. Bagi

para ahli sistem pakar ini juga dapat membantunya sebagai asisten yang sangat berpengalaman (Arhami, 2004).

Ada beberapa pengertian sistem pakar oleh beberapa orang ahli, yaitu :

- a. Menurut Durkin : Sistem pakar adalah suatu program komputer yang dirancang untuk memodelkan kemampuan penyelesaian masalah yang dilakukan oleh seorang pakar.
- b. Menurut Ignizio : Sistem pakar adalah suatu model dan prosedur yang berkaitan, dalam suatu domain tertentu, yang mana tingkat keahliannya dapat dibandingkan dengan keahlian seorang pakar.
- c. Menurut Arhami : Sistem pakar adalah salah satu cabang dari AI yang membuat penggunaan secara luas *knowledge* yang khusus untuk menyelesaikan masalah tingkat manusia yang pakar.

Seorang pakar adalah orang yang mempunyai keahlian dalam bidang tertentu, yaitu pakar yang mempunyai kemampuan khusus yang orang lain tidak mengetahui atau mampu dalam bidang yang dimilikinya.

2.2.1 Konsep Dasar Sistem Pakar

Konsep dasar sistem pakar mengandung keahlian, ahli, pengalihan keahlian, inferensi, aturan dan kemampuan menjelaskan. Keahlian adalah suatu kelebihan penguasaan pengetahuan dibidang tertentu yang diperoleh dari pelatihan, membaca atau pengalaman. Contoh bentuk pengetahuan yang termasuk keahlian adalah : (Turban, 2004)

- a. Fakta-fakta pada lingkup pengetahuan tertentu.
- b. Teori-teori pada lingkup permasalahan tertentu.
- c. Prosedur-prosedur dan aturan-aturan berkenaan dengan lingkup permasalahan tertentu.
- d. Strategi-strategi global untuk menyelesaikan masalah.

- e. *Meta-knowledge* (pengetahuan tentang pengetahuan).

Bentuk-bentuk ini memungkinkan para ahli untuk dapat mengambil keputusan lebih cepat dan lebih baik daripada seseorang yang bukan ahli. Seorang ahli adalah seseorang yang mampu menjelaskan suatu tanggapan, mempelajari hal-hal baru seputar topic permasalahan (domain), menyusun kembali pengetahuan jika dipandang perlu, memecah aturan-aturan jika dibutuhkan, dan menentukan relevan tidaknya mereka.

Pengalihan keahlian dari para ahli ke komputer untuk kemudian dialihkan lagi ke orang lain yang bukan ahli, merupakan tujuan utama dari sistem pakar. Proses ini membutuhkan 4 aktivitas yaitu :

- a. Tambahan pengetahuan (dari para ahli atau sumber-sumber lainnya).
- b. Representasi pengetahuan (ke komputer).
- c. Inferensi pengetahuan.
- d. Pengalihan pengetahuan ke user.

Pengetahuan yang disimpan di komputer disebut dengan nama basis pengetahuan. Ada 2 tipe pengetahuan yaitu fakta dan prosedur (biasanya berupa aturan). Salah satu fitur yang harus dimiliki oleh sistem pakar adalah kemampuan untuk menalar. Jika keahlian-keahlian sudah tersimpan sebagai basis pengetahuan dan sudah tersedia program yang mampu mengakses basisdata, maka komputer harus dapat diprogram untuk membuat inferensi (*inference engine*).

Sebagian sistem pakar komersial dibuat dalam bentuk *rule-based system*, yang mana pengetahuannya disimpan dalam bentuk aturan-aturan. Aturan-aturan tersebut biasanya berbentuk IF-THEN. Fitur lainnya dari sistem pakar adalah kemampuan untuk merekomendasi. Kemampuan inilah yang membedakan sistem pakar dengan sistem konvensional.

Terdapat tiga orang yang terlibat dalam lingkungan sistem pakar (Turban, 2004), yaitu :

1. Pakar

Pakar adalah orang yang memiliki pengetahuan khusus, pendapat, pengalaman dan metode, serta kemampuan untuk mengaplikasikan keahliannya tersebut guna menyelesaikan masalah.

2. *Knowledge Enginer*

Knowledge enginer adalah orang yang membantu pakar dalam menyusun area permasalahan dengan menginterpretasikan dan mengintegrasikan jawaban-jawaban pakar atas pertanyaan yang diajukan dan menerangkan kesulitan-kesulitan konseptual.

3. Pemakai

Sistem pakar memiliki beberapa pemakai, yaitu : pakar, pemakai bukan pakar, pelajar, dan pembangun sistem pakar yang ingin meningkatkan dan menambah basis pengetahuan dan pakar.

2.2.2 Struktur Sistem Pakar

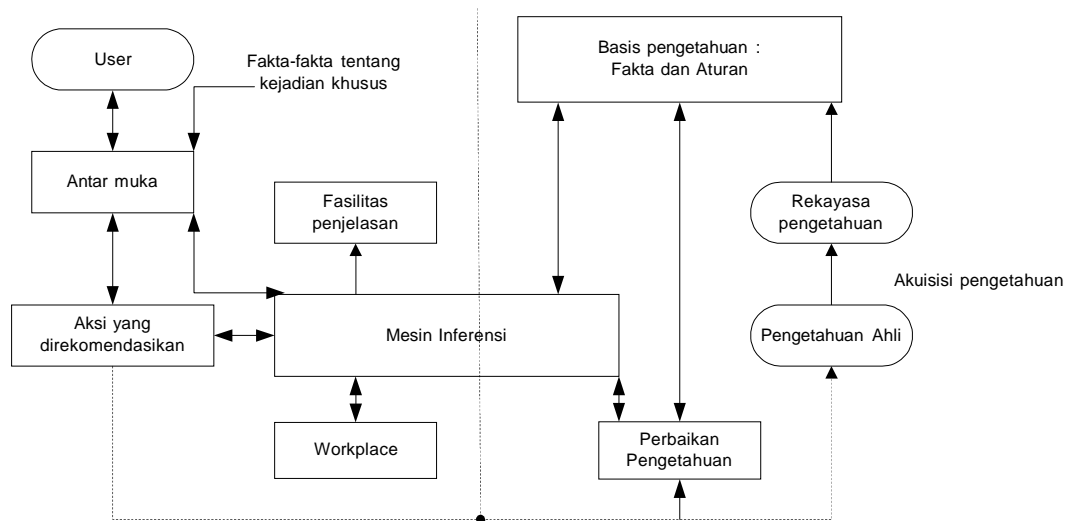
Sistem pakar terdiri dari dua bagian utama, yaitu :

1. Lingkungan pengembangan (*development environment*)

Digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam lingkungan sistem pakar.

2. Lingkungan konsultasi (*consultation environment*)

Digunakan oleh pengguna yang bukan pakar untuk memperoleh pengetahuan pakar.



Gambar 2.1 Struktur Sistem Pakar (Turban, 2005)

2.2.3 Komponen Sistem Pakar

Komponen-komponen yang terdapat dalam arsitektur atau struktur sistem pakar yaitu sebagai berikut :

1. Antar muka pengguna

Merupakan mekanisme yang digunakan oleh pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi. Antar muka menerima informasi dari pemakai dan mengubahnya ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem. Selain itu antar muka menerima dari sistem dan menyajikannya ke dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pemakai.

2. Basis pengetahuan

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan untuk pemahaman, formulasi, dan penyelesaian masalah. Komponen sistem pakar itu disusun atas dua elemen dasar, yaitu :

- Fakta : informasi tentang obyek dalam area permasalahan tertentu
- Aturan : informasi tentang cara bagaimana memperoleh fakta baru dari fakta yang telah diketahui.

3. Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan adalah akumulasi, transfer, dan transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari sumber pengetahuan ke dalam program komputer. Dalam tahap ini *knowledge engineer* berusaha menyerap pengetahuan untuk selanjutnya ditransfer ke dalam basis pengetahuan. Pengetahuan diperoleh dari pakar, dilengkapi dengan buku, basis data, laporan penelitian dan pengalaman pemakai.

4. Mesin Inferensi

Komponen ini mengandung pola pikir dan penalaran yang digunakan oleh pakar dalam menyelesaikan suatu masalah. Mesin inferensi adalah program komputer yang memberikan metodologi untuk penalaran tentang informasi yang ada dalam basis pengetahuan dan dalam *workplace*, dan untuk menformulasikan kesimpulan.

5. Workplace atau Blackboard

Workplace merupakan area dari sekumpulan memori kerja (*working memory*), digunakan untuk merekam kejadian yang sedang berlangsung termasuk keputusan sementara. Ada tiga keputusan yang dapat direkam :

- Rencana : bagaimana menghadapi masalah
- Agenda : tindakan potensial sebelum eksekusi.
- Solusi : calon aksi yang akan dibangkitkan.

6. Fasilitas penjelasan

Adalah komponen tambahan yang akan meningkatkan kemampuan sistem pakar. Digunakan untuk melacak respond dan memberikan penjelasan tentang kelakuan sistem pakar secara interaktif melalui pertanyaan.

7. Perbaikan pengetahuan

Pakar memiliki kemampuan untuk menganalisa dan meningkatkan kinerjanya serta kemampuan untuk belajar dari kinerjanya. Kemampuan ini penting dalam pembelajaran terkomputerisasi, sehingga program akan mampu menganalisa penyebab kesuksesan dan kegagalan yang dialaminya

dan juga mengevaluasi apakah pengetahuan-pengetahuan yang ada masih cocok untuk digunakan di masa mendatang.

2.2.4 Basis Pengetahuan (Knowledge Base)

Basis pengetahuan berisi pengetahuan-pengetahuan dalam penyelesaian masalah tertentu. Basis pengetahuan merupakan komponen yang berisi pengetahuan yang berasal dari pakar, berisi sekumpulan fakta dan aturan. Ada dua bentuk pendekatan basis pengetahuan yang umum digunakan, yaitu (kusumadewi, 2003) :

1. Penalaran berbasis aturan (*Rule-Based Reasoning*)

Pada penalaran berbasis aturan, pengetahuan direpresentasikan dengan menggunakan aturan berbentuk IF-THEN. Bentuk ini digunakan apabila kita memiliki sejumlah pengetahuan pakar pada suatu permasalahan tertentu, dan pakar tersebut dapat menyelesaikan masalah itu secara berurutan. Disamping itu bentuk ini juga digunakan apabila dibutuhkan penjelasan tentang jejak (langkah-langkah) pencapaian solusi.

2. Penalaran berbasis kasus (*Case-Based Reasoning*)

Pada penalaran berbasis kasus, basis pengetahuan akan berisi solusi-solusi yang telah dicapai sebelumnya, kemudian akan diturunkan suatu solusi untuk keadaan yang terjadi sekarang (fakta yang ada). Bentuk ini digunakan apabila user menginginkan untuk tahu lebih banyak lagi pada kasus-kasus yang hampir sama. Selain itu bentuk ini juga digunakan bila kita telah memiliki sejumlah situasi atau kasus tertentu dalam basis pengetahuan.

Dalam penyusunan tugas akhir ini basis pengetahuan yang digunakan adalah penalaran berbasis aturan (*Rule-Based Reasoning*). Karena sistem yang dibangun berdasarkan fakta-fakta yang didapat dari seorang pakar dan fakta-fakta tersebut diturunkan dalam bentuk aturan-aturan sebagai penjelasan tentang langkah-langkah pencapaian solusi.

2.2.5 Mesin Inferensi (Inference Engine)

Mesin inferensi adalah komponen yang berfungsi dalam proses penggabungan banyak aturan berdasarkan data yang tersedia. Ada dua pendekatan yang digunakan dalam menarik kesimpulan, yaitu (Turban, 2004) :

1. *Forward Chaining*

Forward chaining adalah pendekatan yang di mulai dari informasi yang tersedia atau dari ide dasar, dan kemudian kita mencoba menarik kesimpulan. Pencocokan fakta dimulai dari bagian sebelah kiri atau bagian IF terlebih dahulu. Dengan kata lain penalaran dimulai dari fakta terlebih dahulu untuk menguji kebenaran hipotesis.

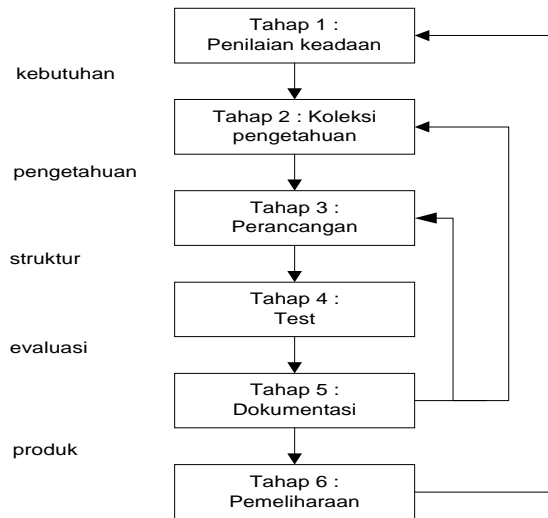
2. *Backward Chaining*

Backward chaining adalah kebalikan dari *forward chaining*, pencocokan fakta atau pernyataan dilakukan dimulai dari bagian sebelah kanan atau bagian THEN terlebih dahulu. Dengan kata lain penalaran dimulai dari hipotesis terlebih dahulu, dan untuk menguji kebenaran hipotesis tersebut harus dicari fakta-fakta yang ada dalam basis pengetahuan.

Mesin inferensi yang digunakan dalam pembuatan sistem pakar ini adalah metode *Forward Chaining* karena sistem yang akan dibangun adalah sistem yang mencoba menarik suatu kesimpulan berdasarkan informasi yang tersedia. Informasi tersebut didapat dari seorang pakar.

2.2.6 Pengembangan Sistem Pakar

Seperti layaknya pengembangan perangkat lunak, pada pengembangan sistem pakar itu juga dilakukan beberapa tahapan, yaitu :



Gambar 2.2. Tahap-tahap pengembangan sistem pakar (Kusumadewi,2005).

Secara garis besar pengembangan sistem pakar pada gambar di atas adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi masalah dan kebutuhan yaitu dengan mengkaji situasi dan memutuskan dengan pasti tentang masalah yang akan dikomputerisasi dan apakah dengan sistem pakar bisa lebih membantu atau tidak.
2. Menentukan masalah yang cocok, ada beberapa syarat yang harus dipenuhi agar sistem pakar dapat bekerja dengan baik, yaitu :
 - a. Domain masalah tidak terlalu luas
 - b. Kompleksitasnya menengah, artinya jika masalahnya terlalu mudah atau masalah yang sangat kompleks seperti peramalan inflasi tidak perlu menggunakan sistem pakar.
 - c. Tersedianya ahli (pakar)
 - d. Menghasilkan solusi mental bukan fisik, artinya sistem pakar hanya memberikan anjuran, tidak bisa melakukan aktifitas fisik seperti merasakan.
 - e. Tidak melibatkan hal-hal yang bersifat *common sense*, yaitu penalaran yang diperoleh dari pengalaman, seperti adanya gravitasi membuat

benda jatuh atau jika lampu lalu lintas merah maka kendaraan harus berhenti.

3. Mempertimbangkan alternatif. Dalam hal ini ada dua alternatif yaitu menggunakan sistem pakar atau komputer tradisional.
4. Menghitung pengembalian investasi, termasuk diantaranya biaya pembuatan sistem pakar, biaya pemeliharaan dan biaya training.
5. Memilih alat pengembangan, bisa digunakan *software* pembuat system pakar seperti SHELL atau dirancang dengan bahasa pemrograman sendiri.
6. Rekayasa pengetahuan, dimana perlu dilakukan penyempurnaan terhadap aturan-aturan yang sesuai.
7. Merancang sistem. Bagian ini termasuk pembuatan *prototype* serta menterjemahkan pengetahuan menjadi aturan-aturan.
8. Melengkapi pengembangan, termasuk pengembangan *prototype* apabila sistem yang telah ada sudah sesuai dengan keinginan.
9. Menguji dan mencari kesalahan sistem.

2.3 Teori Dempster-Shafer

Teori *Dempster-Shafer* adalah teori yang mampu menangani berbagai kemungkinan yang mengkombinasikan satu kemungkinan dengan fakta yang ada. Dalam *Dempster-Shafer Theory* (DST) ada berbagai konflik yang dipersatukan untuk mengkombinasikan dari berbagai informasi yang ada. Kumpulan informasi yang bersifat berbeda dan menyeluruh dalam teori ini dikenal dengan *frame discernment* yang dinotasikan dengan q (θ) (Hartati, 2008).

Teori *dempster-Shafer* ini melakukan pembuktian berdasarkan *belief function and plausible reasoning* (fungsi kepercayaan dan pemikiran yang masuk akal) yang digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi yang terpisah untuk mengkalkulasikan kemungkinan dari suatu peristiwa. Teori ini dikembangkan oleh

Arthur P. Demster dan Glenn Shafer. Secara umum teori *Dempster-Shafer* ditulis dalam suatu interval :

[*Belief, Plausibility*]

Belief (bel) adalah ukuran kekuatan *evidence* (bukti) dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Jika bernilai 0 maka mengidentifikasikan bahwa tidak ada *evidence* dan jika bernilai 1 menunjukkan adanya kepastian.

Plausibility (PI) dinotasikan sebagai :

$$PI(s) = 1 - Bel(\sim s) \dots \dots \dots [2.1]$$

Plausibility juga bernilai 0 sampai 1. Jika kita yakin $\sim s$, maka dapat dikatakan bahwa $Bel(s) = 1$ dan $PI(\sim s) = 0$.

Misalkan $q = \{A, F, D, B\}$

Dengan :

A = Alergi

F = Flue

D = Demam

F = Bronkitis

Tujuannya adalah untuk mengkaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen dari q . Tidak semua *evidence* secara langsung mendukung tiap-tiap elemen. Untuk itu perlu adanya probabilitas fungsi densitas (m). Nilai m tidak hanya mendefinisikan elemen-elemen q saja, tetapi juga semua himpunan bagianya (sub-set). Sehingga jika

q berisi n elemen, maka sub-set dari q berjumlah 2^n . Selanjutnya harus ditunjukkan bahwa jumlah semua densitas (m) dalam sub-set q sama dengan 1. Andaikan tidak ada informasi apapun untuk memilih keempat hipotesis tersebut, maka nilai dari :

$$m\{q\} = 1, 0$$

Jika kemudian diketahui bahwa panas merupakan gejala dari Flue, Demam dan Bronkitis dengan $m = 0,8$ maka :

$$m\{F, D, B\} = 0,8$$

$$m\{q\} = 1 - 0,8 = 0,2$$

Andaikan diketahui X adalah sub-set dari q dengan m_1 sebagai fungsi densitasnya, dan Y juga merupakan sub-set dari q dengan m_2 sebagai fungsi densitasnya, maka dapat dibentuk suatu fungsi kombinasi m_1 dan m_2 sebagai m_3 , yaitu :

$$m_3(z) = \frac{\sum_{x \cap y = z} m_1(X).m_2(Y)}{1 - \sum_{x \cap y = \emptyset} m_1(X).m_2(Y)} \dots\dots\dots[2.2]$$

Dimana :

X,Y,Z = Himpunan penyakit

m = Nilai densitas/kepercayaan

$m_3(Z)$ = mass function dari *evidence* (Z)

$m_1(X)$ = mass function dari *evidence* (X)

$m_2(Y)$ = mass function dari *evidence* (Y)

Contoh :

Vany mengalami gejala panas badan. Dari diagnosa dokter kemungkinan Vany menderita Flue, Demam atau Bronkitis. Tunjukkan kaitan ukuran kepercayaan dari elemen-elemen yang ada !

➤ Gejala 1: panas

Apabila diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi panas sebagai gejala Flue, Demam dan Bronkitis adalah :

$$m_1\{F,D,B\} = 0,8$$

$$m_1\{q\} = 1 - 0,8 = 0,2.$$

Sehari kemudian Vany datang ke dokter lagi dengan gejala hidung buntu.

➤ Gejala 2: hidung buntu

Setelah observasi diketahui bahwa nilai kepercayaan hidung buntu sebagai gejala Alergi, Flue dan Demam adalah :

$$m_2\{A, F,D\} = 0,9$$

$$m_2\{q\} = 1 - 0,9 = 0,1$$

Munculnya gejala baru maka harus dihitung densitas baru untuk beberapa kombinasi (m_3). Untuk memudahkan perhitungan maka himpunan-himpunan bagian dibawa ke bentuk table berikut ini :

Tabel 2.1 Aturan kombinasi untuk m_3

	{A,F,D} (0,9)	q (0,1)
{F,D,B} (0,8)	{F,D} (0,72)	{F,D,B} (0,08)
q (0,2)	{A,F,D} (0,18)	q (0,02)

Keterangan :

- Kolom pertama berisikan himpunan bagian pada gejala pertama (panas) dengan m_1 sebagai fungsi densitasnya.
- Baris pertama berisikan semua himpunan bagian gejala kedua (hidung buntu), dengan m_2 sebagai fungsi densitasnya
- Baris kedua dan ketiga pada kolom kedua merupakan irisan dari kedua himpunan.

Selanjutnya dihitung densitas baru untuk beberapa kombinasi (m_3) dengan persamaan *Dempster-Shafer*, sebagai berikut :

$$m_3 \{F,D\} = \frac{0,72}{1-0} = 0,72$$

$$m_3 \{A,F,D\} = \frac{0,18}{1-0} = 0,18$$

$$m_3 \{F,D,B\} = \frac{0,08}{1-0} = 0,08$$

$$m_3 \{q\} = \frac{0,02}{1-0} = 0,02$$

Keterangan :

- Terlihat bahwa pada mulanya dengan hanya gejala panas, $m\{F,D,B\} = 0,8$. Namun setelah ada gejala baru (hidung buntu), maka nilai $m\{F,D,B\} = 0,08$.
- Demikian pula pada mulanya hanya dengan gejala hidung buntu, $m\{A,F,D\} = 0,9$. Namun setelah ada gejala baru (panas) maka $m\{A,F,D\} = 0,18$.

- Dengan adanya 2 gejala tersebut, maka nilai densitas yang paling kuat adalah $m\{F,D\} = 0,72$.

Dari hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa dengan dua gejala yang dialami vany kemungkinan terbesar vany terkena Flue dan Demam.

2.3.1 Kelebihan dan Kekurangan Teori Dempster-Shafer

Kelebihan yang didapat dari teori Dempster-Shafer adalah sebagai berikut :

1. Kesulitan dalam menentukan nilai probabilitas awal dapat diabaikan
2. Aturan kombinasi dapat digunakan dalam menggabungkan bukti-bukti
3. Mudah untuk menentukan bukti-bukti dengan tingkat abstraksi yang berbeda-beda.

Ada kelebihan pasti ada kekurangan, dan kekurangan dari teori Dempster-Shafer ini adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan komputasi yang kompleks
2. Teori pengambilan keputusannya yang kurang
3. Eksperimen pengambilan keputusan antara teori *Dempster-Shafer* dengan teori probabilitas sulit untuk dilakukan.

2.4 Buah Naga

Buah Naga termasuk tanaman kaktus yang berasal dari Negara Mexico, Amerika Tengah, dan Amerika Utara dan saat ini sudah menyebar diseluruh penjuru dunia. Buah naga atau *dragon fruit* memang belum lama dikenal, dibudidayakan, dan diusahakan di Indonesia. Tanaman dengan buahnya berwarna merah dan bersisik hijau ini merupakan pendatang baru bagi dunia pertanian di Indonesia dan merupakan salah satu peluang usaha yang menjanjikan dan pengembangan tanaman buah naga sangat bagus dibudidayakan didaerah tropis seperti di Indonesia (Kristanto,2008).



Gambar 2.3 Tanaman Buah naga (Soetopo, 2011)

Adapun manfaat dan khasiat yang bisa didapat dari buah naga adalah sebagai berikut :

Memperbaiki kesehatan yang berkaitan dengan darah, seperti :

- Menstabilkan kandungan gula darah
- Menghilangkan atau mengurangi racun dalam darah
- Mencegah pendarahan dan keputihan
- Mencegah darah tinggi dan menstabilkan darah rendah
- Mengurangi kolesterol jahat
- Mencegah kanker usus dan sembelit
- Mencegah emosi berlebihan
- Meningkatkan daya tahan dan lebih bersemangat

Manfaat yang berkaitan dengan Kecantikan :

- Menjaga kesehatan kulit dan mencegah jerawat
- Memperbaiki kesehatan mata

2.4.1 Morfologi Buah Naga

Tanaman buah naga merupakan jenis tanaman memanjat. Di habitat aslinya tanaman ini memanjat tanaman lainnya untuk menopang dan bersifat epifit. Secara morfologis tanaman ini termasuk tanaman tidak lengkap karena tidak memiliki daun. (Kristanto, 2010)

1. **Akar :** Perakaran buah naga bersifat epifit, merambat dan menempel pada tanaman lain. Perakarannya dangkal, sekitar kedalaman 50-60 cm, mengikuti perpanjangan batang berwarna coklat yang didalam tanah.
2. **Batang dan Cabang :** Batang buah naga berwarna hijau tua. Batang tersebut berbentuk siku atau segitiga dan mengandung air dalam bentuk lendir dan berlapis lilin bila sudah dewasa. Dari batang ini tumbuh cabang , duri-duri yang keras dan pendek. Letak duri pada tepi siku-siku batang maupun cabang dan terdiri 4-5 buah duri disetiap titik tumbuh.
3. **Bunga :** Bunga berbentuk corong memanjang berukuran sekitar 30 cm dan akan mulai mekar di sore hari dan akan mekar sempurna pada malam hari. Setelah mekar warna mahkota bunga bagian dalam putih bersih dan didalamnya terdapat benangsari berwarna kuning
4. **Buah :** Buah berbentuk bulat panjang dan biasanya terletak mendekati ujung cabang atau batang. Pada cabang atau batang bias tumbuh lebih dari satu dan terkadang berdekatan. Kulit buah tebal sekitar 1-2 cm dan pada permukaan kulit buah terdapat sirip atau jumbai berukuran sekitar 2 cm.
5. **Biji :** Biji berbentuk bulat berukuran kecil dan tipis tetapi sangat keras. Biji dapat digunakan perbanyak tanaman secara generatif, Setiap buah mengandung lebih dari 1000 biji.

2.4.2 Penyakit Buah Naga

Selain memiliki banyak kegunaan, buah naga juga enak dan sering digunakan untuk pelengkap berbagai macam minuman dan makanan. Buah naga sebenarnya

tergolong tumbuhan yang kuat dan mudah perawatannya. Tetapi tentunya dalam budidaya selalu ada gangguan hama dan penyakit yang menyerang yang bisa mengakibatkan hasil produksi yang tidak maksimal dan bisa mengalami kerugian. Oleh karena itu kita harus mengetahui penyakit apa saja yang dapat menyerang tanaman Buah Naga ini. Penyakit tanaman penting untuk diketahui agar kita dapat menanggulangi masalah yang dapat timbulkan oleh penyakit tanaman tersebut.

Pada dasarnya penyakit pada tanaman buah naga ini menyerang batang pada tanaman ini. Buah atau batang yang diserang akan busuk atau mongering tergantung jenis penyakit yang menyerangnya. Gejala umum penyakit pada buah naga adalah sebagai berikut :

1. Kondisi tanah terlalu lembab
2. Tanaman layu
3. Bunga gugur sebelum menjadi putik
4. Batang busuk disemua sisi
5. Batang busuk berlendir kekuningan
6. Busuk basah
7. Ujung cabang produktif membusuk
8. Batang busuk berwarna kecoklatan
9. Pertumbuhan tanaman terhambat
10. Busuk pada bagian yang tidak terpapar cahaya matahari
11. Akar tanaman membusuk
12. Pangkal batang yang berbatasan dengan tanah membusuk
13. Batang yang terinfeksi ditumbuhi bulu putih
14. Batang busuk berwarna kuning keemasan
15. Batang busuk disatu sisi
16. Batang busuk basah dengan tepi sekitar pembusukan mengering
17. Batang yang busuk awalnya seperti digigit serangga
18. Tanaman terlihat kusam

19. Busuk kering
20. Ujung cabang produktif berkerut
21. Bintik-bintik coklat pada ujung cabang produktif
22. Bunga layu
23. Buah kerdil
24. Bunga tidak merekah
25. Terdapat bintik-bintik putih atau kecoklatan pada bunga
26. Buah mengering
27. Buah gugur sebelum matang
28. Pada buah terdapat bercak putih atau kecoklatan
29. Bercak pada buah menjadi lekukan basah dan berwarna orange
30. Bercak pada buah dengan garis-garis melingkar berwarna hitam

Jika penyakit yang menyerang tanaman buah naga tidak segera diobati maka akan dapat menyebabkan gagal panen dan kerugian bagi petani. Berikut akan diuraikan beberapa penyakit yang menyerang tanaman buah naga. Penyakit yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah Antraknosa, Busuk bakteri, Busuk pangkal batang, Fusarium, Solenopsis dan Uret.

2.4.2.1 Antraknosa

Penyakit ini disebabkan oleh cendawan dari genus *Cellototrichum*, bagian tanaman yang diserang adalah bagian buah. Jika penyakit ini tidak segera diobati akan menyebabkan pembusukan pada buah dan jika buah bisa dipanen pun akan menurunkan harga jualnya karena kualitas buah akan menjadi buruk.

Gejala awal dari penyakit ini adalah :

- a. Buah gugur sebelum matang
- b. Busuk pada bagian yang tidak terpapar cahaya matahari
- c. Buah kerdil
- d. Buah mengering

- e. Pada buah terdapat bercak putih atau coklat
- f. Bercak pada buah menjadi lekukan basah dan berubah menjadi berwarna orange
- g. Bercak pada buah dengan garis-garis melingkar berwarna hitam



Gambar 2.4 Buah yang terserang penyakit Busuk Buah Antraknosa
(Kristanto, 2008)

Penanggulangan penyakit ini adalah dengan mengikis bercak-bercak yang ada pada kulit buah dan menyemprotkan dengan cairan obat Gusadrin dengan dosis 2 cc/liter air.

2.4.2.2 Busuk Bakteri

Penyakit ini disebabkan oleh bakteri yang bernama *Pseudomonas sp.* Bakteri ini menyerang bagian batang tanaman yang mengakibatkan tanaman mengalami pembusukan. Penyakit ini dapat membuat cabang yang diserang menjadi terkikis hingga hanya tersisa bagian tulang batangnya saja.

Gejala awal dari penyakit busuk bakteri ini adalah :

- a. Kondisi tanah terlalu lembab
- b. Batang busuk disemua sisi
- c. Tanaman terlihat kusam
- d. Batang busuk berwarna kuning keemasan
- e. Batang busuk disatu sisi
- f. Busuk basah dengan tepi sekitar pembusukan mengering

g. Batang busuk awalnya seperti digigit serangga



Gambar 2.5 Bagian tanaman yang terinfeksi penyakit Busuk bakteri
(<http://balitbu.litbang.deptan.go.id/>)

Pengobatannya dengan mencabut tanaman yang sakit, kemudian pada lubang tanam diberi *Basamid* dengan dosis 0,5-1 g dalam bentuk serbuk kemudian pada lubang tanam tersebut ditanam bibit baru.

2.4..2.3 Busuk Pangkal Batang

Penyakit ini umumnya menyerang pada awal penanaman buah naga. Pembusukan tersebut disebabkan oleh kelembaban tanah yang berlebihan sehingga muncul jamur yang menyebabkan kebusukan yaitu *Sclerotium rolfsii* Sacc. Penyakit ini sering terjadi pada bibit setek yang belum tumbuh akar dalam bentuk potongan.

Bila penyakit busuk pangkal batang ini tidak segera diberikan pengobatan maka akan mengakibatkan tanaman tidak bisa tumbuh dengan baik atau bahkan mati.

Gejala awal dari penyakit busuk pangkal batang pada tanaman buah naga adalah sebagai berikut :

- a. Kondisi tanah terlalu lembab
- b. Tanaman layu
- c. Busuk basah
- d. Batang busuk berlendir kekuningan

- e. Pangkal batang yang berbatasan dengan tanah membusuk
- f. Batang yang terinfeksi ditumbuhi bulu putih



Gambar 2.6 tanaman yang terserang penyakit Busuk pangkal batang(<http://balitbu.litbang.deptan.go.id>)

Pengobatan tanaman buah naga yang terserang penyakit ini dengan penyemprotan *Benlate* dengan dosis 2 g/ltr air atau menggunakan *Ridomil* 2 g/ltr air sebulan sekali. Bila muncul gejala kekuningan pada pangkal batang maka segera dilakukan penyemprotan pada seluruh batang dan diutamakan pada pangkal batang yang terserang.

Untuk pencegahan penyakit ini bisa dilakukan pengairan yang disertai dengan penyemprotan fungisida dan Atonik didaerah pangkal batang pada tanaman yang berumur 30 hari pada awal penanaman.

2.4.2.4 Fusarium

Penyakit yang disebabkan oleh jamur yang bernama *Fusarium oxysporium* Schl. Penyakit ini biasanya menyerang cabang produktif pada tanaman buah naga. Jika penyakit ini tidak segera diobati maka akan menyebabkan gagalnya pembentukan bunga atau buah pada buah naga.

Gejala awal penyakit Fusarium ini adalah sebagai berikut :

- a. Ujung cabang produktif membusuk
- b. Busuk kering

- c. Ujung cabang produktif berkerut
- d. Bintik-bintik coklat pada ujung cabang produktif



Gambar 2.7 Bagian batang yang terinfeksi penyakit Fusarium
(<http://balitbu.litbang.deptan.go.id>)

Penanggulangannya dengan menyemprotkan *Benlate* dengan dosis 2g/liter air dalam seminggu 1-2 kali penyemprotan pada bagian batang dan cabang.

2.4.2.5 Solenopsis

Pada umumnya penyakit ini akan muncul pada saat tanaman buah naga mulai berbunga. Penyebabnya adalah semut dari genus *Atta*, semut biasanya mulai mengerubungi bunga yang sedang kuncup. Jika hal ini dibiarkan maka akan dapat menyebabkan kerusakan pada masa pembungaan dan pembuahan.

Gejala awal dari penyakit Solenopsis adalah sebagai berikut :

- a. Bungan gugur sebelum menjadi putik
- b. Bunga tidak merekah
- c. Terdapat bintik-bintik putih atau kecoklatan pada bunga
- d. Bunga layu



Gambar 2.8 Bunga tanaman buah naga (Gun Soetopo, 2011)

Penanggulangan yang bisa dilakukan dalam menangani penyakit ini adalah dengan menyemprotkan cairan insektisida dua kali dalam satu minggu.

2.4..2.6 Uret

Uret adalah penyakit yang menyerang bagian akar tanaman buah naga, penyakit ini dapat menyebabkan tanaman layu dan kemudian mati. Biasanya penyakit ini menyerang pada saat pembibitan. Pathogen yang menyebabkan penyakit ini adalah *Phytophthora* sp.

Gejala awal dari penyakit Uret adalah sebagai berikut :

- a. Kondisi tanah terlalu lembab
- b. Tanaman layu
- c. Busuk basah
- d. Batang busuk berwarna kecoklatan
- e. Akar tanaman membusuk
- f. Pertumbuhan tanaman terhambat



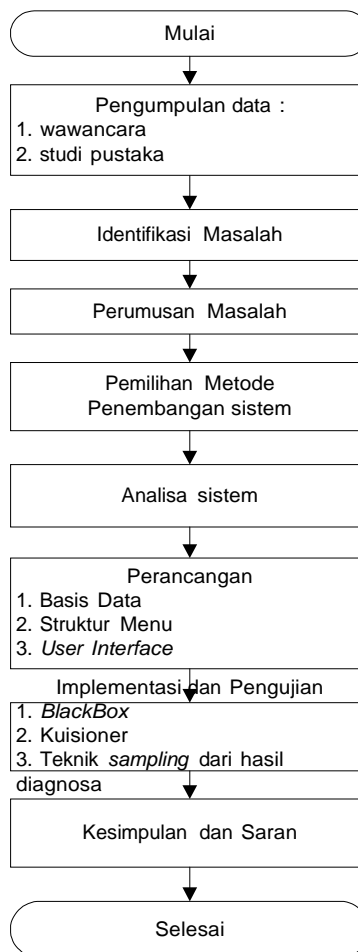
Gambar 2.9 Tanaman yang terinfeksi penyakit Uret (Soetopo,2011)

Cara penanggulangan penyakit ini adalah menjaga agar kadar air dalam tanah tidak terlalu tinggi. Jika tanaman sudah terinfeksi maka diharuskan mencabut tanaman tersebut dan menggantinya dengan tanaman baru.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahapan. Adapun tahapan-tahapan yang akan ditempuh dalam penelitian ini dapat dilihat pada digram alir di bawah ini :



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

Dalam metodologi penelitian dijabarkan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian. Metodologi penelitian terdiri dari beberapa tahapan yang terkait secara sistematis. Tahapan ini diperlukan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

3.1 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang berhubungan dengan penelitian dan sistem yang akan dibangun. Terdapat dua metode yang dilakukan dalam pengumpulan data ini, yaitu :

1. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan bapak Burshaf Nasri, SP, staf lapangan bagian hortikultura di Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Kabupaten Kampar. Dari wawancara didapat informasi-informasi yang berkaitan dengan penyakit-penyakit dan hama yang menyerang tanaman buah naga serta solusi yang diberikan untuk menangani penyakit pada tanaman buah naga. Data-data tersebut dijadikan sebagai acuan untuk menyelesaikan aplikasi dalam Tugas Akhir ini.

2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan teori serta konsep yang mendukung dalam penelitian serta yang berkaitan dengan masalah yang diangkat dalam penelitian ini. Hal-hal yang dipelajari dari studi pustaka antara lain definisi sistem pakar, kecerdasan buatan, metode *Dempster-Shafer* dan penyakit serta hama yang menyerang tanaman buah naga. Studi pustaka dilakukan dengan cara membaca buku-buku, jurnal-jurnal, artikel-artikel di internet serta refensi yang berhubungan dengan Tugas Akhir ini.

3.2 Identifikasi Masalah

Dari pengamatan yang dilakukan, diketahui bahwa dalam diagnosa penyakit yang menyerang buah naga masih dilakukan dengan cara berkonsultasi langsung dengan seorang pakar karena kurangnya pengetahuan petani tentang jenis-jenis penyakit yang menyerang tanaman buah naga mereka. Namun banyak juga petani yang tidak bisa berkonsultasi secara langsung dengan para pakar karena sulitnya mencari seorang pakar atau jauhnya jarak yang harus ditempuh oleh petani untuk menemui seorang pakar. Selain itu mahal biaya yang harus dikeluarkan juga menjadi pengaruh yang menyebabkan seseorang tidak bisa berkonsultasi kepada pakar yang berkompeten.

3.3 Perumusan Masalah

Setelah tahap wawancara dan studi pustaka dilakukan, maka perlu dibuat suatu sistem. Sistem tersebut dibangun dengan tujuan membantu para petani dalam mendiagnosa penyakit yang menyerang tanaman buah naga mereka secepat mungkin, sehingga tanaman yang terinfeksi penyakit bisa mendapatkan pengobatan sedini mungkin dan secara maksimal.

3.4 Pemilihan Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang akan dipakai pada sistem ini adalah metode *Waterfall*, karena metode ini menawarkan sebuah pendekatan perangkat lunak yang sistematis.

3.5 Analisa Sistem

Fungsi dari analisa sistem adalah mengidentifikasi masalah - masalah dari pemakai atau *user*, menyatakan secara spesifik sasaran yang harus dicapai untuk memenuhi kebutuhan *user*, memilih alternatif- alternatif metode pemecahan masalah,

merencanakan dan menerapkan rancangan sistemnya sesuai dengan permintaan *user*. Analisa sistem ini terbagi atas beberapa bagian yaitu sebagai berikut :

3.5.1 Analisa Sistem Lama

Analisa sistem lama dilakukan untuk mengetahui hal-hal yang diperlukan dalam membangun aplikasi ini. Hal ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang penyakit pada buah naga yang selengkap mungkin kepada pengguna. Tahapan analisa yang dilakukan adalah mencari jenis-jenis penyakit pada buah naga, penyebabnya, gejala-gejala penyakit tersebut serta penanggulangan dini terhadap penyakit yang menjangkiti buah naga.

3.5.2 Analisa Sistem Baru

Adapun tahapan analisa yang dapat dilakukan dalam pembuatan sistem ini melingkupi hal-hal sebagai berikut :

1. Analisa Basis Pengetahuan

Pada bagian ini berisi pengetahuan yang berasal dari seorang pakar. Ini didapatkan dari hasil wawancara yang dilakukan dengan seorang pakar yang memang berkompeten dalam hal penyakit pada buah naga. Adapun isinya adalah sekumpulan fakta dan aturan seperti data jenis penyakit, data gejala penyakit, data penyebabnya dan data solusi dari penyakit tersebut. Sistem ini menggunakan *Rule-Based Reasoning* sebagai penentu langkah-langkah dalam mencapai suatu solusi.

2. Analisa Motor Inferensi

Motor inferensi yang digunakan dalam membangun sistem ini adalah *Forward Chaining*. *Forward chaining* adalah pendekatan yang di mulai dari informasi yang tersedia atau dari ide dasar, dan kemudian kita mencoba menarik kesimpulan. Pencocokan fakta dimulai dari bagian

sebelah kiri atau bagian IF terlebih dahulu. Dengan kata lain penalaran dimulai dari fakta terlebih dahulu untuk menguji kebenaran hipotesis.

3. Analisa Metode

Metode yang digunakan dalam membangun sistem ini adalah metode *Dempster-Shafer* sehingga didapat nilai kepercayaan yang diperoleh dari gejala yang diberikan *user* pada saat melakukan diagnosa.

3.6 Perancangan Sistem

Setelah melakukan analisa, maka kemudian dilanjutkan dengan perancangan sistem berdasarkan analisa permasalahan yang telah dilakukan sebelumnya.

3.6.1 Perancangan Basis Data

Perancangan basis data ini dilakukan untuk melengkapi komponen sistem. Perancangan basis data ini dapat dilakukan dengan membuat rancangan DFD dan ERD sistem.

3.6.2 Perancangan Struktur Menu

Perancangan struktur menu diperlukan untuk memberikan gambaran terhadap menu-menu atau fitur-fitur pada sistem yang akan dibangun. Rancangan struktur menu ini dibangun berdasarkan rancangan *Data Flow Diagram* yang telah dirancang sebelumnya.

3.6.3 Perancangan Antar Muka

Untuk mempermudah komunikasi antara sistem dengan pengguna (*user*), maka perlu dirancang antar muka (*interface*). Dalam perancangan *interface* ini ada hal yang harus diperhatikan yaitu bagaimana menciptakan tampilan yang baik dan mudah dimengerti oleh pengguna.

3.7 Implementasi dan Pengujian

3.7.1 Implementasi Sistem

Implementasi merupakan tahap dilakukannya pengkodean hasil dari analisa dan perancangan ke dalam sistem, sehingga akan diketahui apakah sistem yang dibangun telah menghasilkan tujuan yang diinginkan. Adapun rancangan sistem pakar untuk diagnosa Penyakit pada buah naga dibuat dengan bahasa pemrograman PHP dengan *database* MySQL.

3.7.2 Pengujian Sistem

Tahap pengujian ini diperlukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun sesuai dengan tujuan yang akan dicapai. Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan *BlackBox*, Kuisioner dan pengujian teknik *Sampling* dari hasil diagnosa. Pada *BlackBox* pengujian aplikasi sistem yang dibangun berfokus pada perangkat lunak untuk mendapatkan serangkaian kondisi input yang seluruhnya menggunakan persyaratan fungsional dalam suatu program.

3.8 Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir dari pembangunan suatu sistem adalah penarikan kesimpulan berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari tahapan-tahapan sebelumnya, serta memberikan saran-saran untuk penyempurnaan dan pengembangan sistem ini dimasa mendatang.

BAB IV

ANALISA DAN PERANCANGAN

4.1 Analisa sistem

Analisa sistem adalah tahapan dimana analisis mengidentifikasi masalah-masalah kebutuhan sistem dan pemakai, menyatakan secara spesifik sasaran yang harus dicapai untuk memenuhi kebutuhan pemakai, alternatif masalah, metode pemecahan masalah yang paling tepat, merencanakan dan menerapkan rancangan sistemnya.

Pada Tugas Akhir ini analisa sistem dilakukan untuk memecahkan proses diagnosa penyakit pada tanaman buah naga, yang pada outputnya menghasilkan suatu informasi yang berguna bagi pengguna yaitu diagnosa dan solusi penyakit yang menyerang tanaman buah naga tersebut.

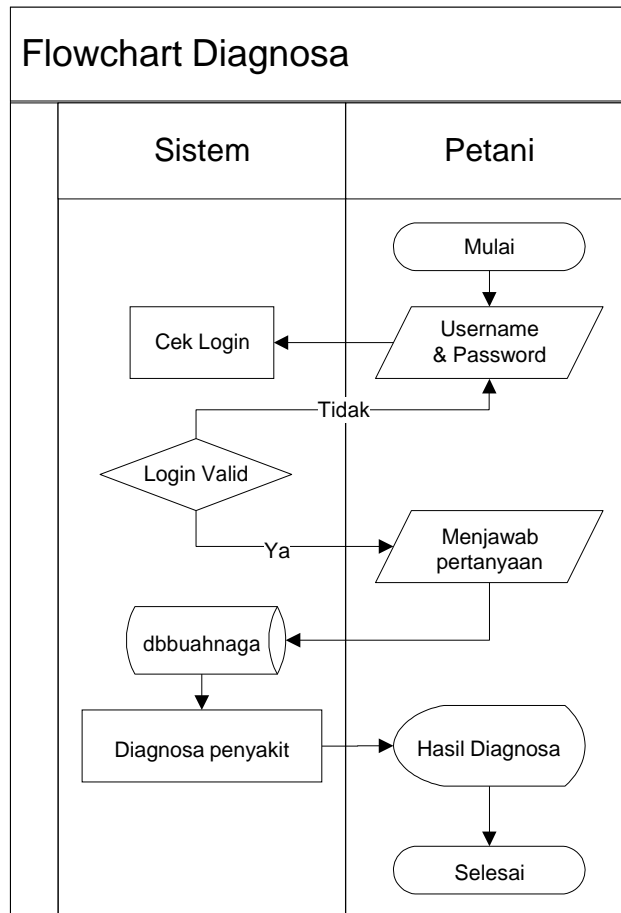
4.1.1 Analisa Sistem Lama

Seorang petani yang tanaman buah naganya terinfeksi suatu penyakit biasanya berkonsultasi dengan seorang ahli tanaman biasanya dari Dinas Pertanian untuk mengetahui penyakit yang menyerang tanaman mereka. Mereka akan membawa contoh bagian tanaman yang terinfeksi ke Dinas Pertanian setempat untuk diteliti. Petugas Dinas Pertanian selanjutnya akan memeriksa secara langsung sampel yang dibawa petani serta mengajukan beberapa pertanyaan kepada petani. Dari hasil tanya jawab dengan petani dan pengecekan secara langsung terhadap sampel tanaman, maka petugas Dinas Pertanian dapat mengambil kesimpulan tentang penyakit yang menyerang tanaman buah naga serta memberikan solusi penanganan yang harus dilakukan petani

4.1.2 Analisa Sistem Baru

Setelah menganalisa sistem lama, maka tahapan selanjutnya yaitu menganalisa sistem yang baru. Sistem baru yang akan dibuat memanfaatkan sistem pakar dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* yaitu dengan mencari keputusan berdasarkan nilai *evidence* terhadap suatu hipotesis. Sistem pakar bertindak layaknya seorang pakar yang mampu menyelesaikan suatu masalah tertentu sesuai dengan keahlian yang dimiliki oleh pakar tersebut. Sistem pakar ini dirancang dengan bahasa pemrograman PHP dan *database* MySQL. Beberapa data yang dibutuhkan untuk membangun sistem pakar ini yaitu : data penyakit, data gejala dan data solusi. Data-data yang telah dimasukkan tersebut akan disimpan kedalam basis data pengetahuan dan akan digunakan kembali pada proses diagnosa.

Cara kerja sistem ini adalah dengan memberikan sejumlah pertanyaan kepada pengguna tentang gejala-gejala penyakit yang menyerang tanaman buah naga mereka. Gejala-gejala ini diambil dari data-data gejala yang telah diinputkan untuk proses diagnosa penyakit pada tanaman buah naga. Pengguna akan memilih jawaban “ya” pada gejala yang ada pada tanaman buah naga mereka dan memilih jawaban “tidak” pada gejala yang tidak terlihat pada tanaman buah naga yang mereka tanam. Berdasarkan nilai probabilitas densitas yang dimiliki masing-masing *evidence* maka dicarilah hipotesis mana yang memiliki nilai probabilitas densitas yang paling besar dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Dengan begitu akan didapat kesimpulan diagnosa penyakit yang menginfeksi tanaman buah naga. Berikut adalah gambaran cara kerja sistem saat petani melakukan diagnosa.



Gambar 4.1 Flowchart Diagnosa

4.1.2.1 Analisa Kebutuhan Data

Ada beberapa data yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem ini, yaitu sebagai berikut :

1. Data penyakit

Data penyakit diperlukan untuk mengetahui jenis penyakit yang menyerang tanaman buah naga.

2. Data gejala

Data gejala diperlukan untuk pengelompokan jenis penyakit yang menyerang tanaman buah naga.

3. Data solusi

Data solusi berisikan solusi yang berasal dari pakar yang bisa dilakukan sebagai langkah awal dalam penanggulangan penyakit pada tanaman buah naga. Data ini berisikan informasi obat-obatan serta dosis yang tepat berdasarkan jenis penyakit yang menginfeksi tanaman buah naga tersebut.

4. Data nilai probabilitas Dempster-Shafer

Data nilai probabilitas *Dempster-Shafer* ini berisikan data nilai probabilitas densitas masing-masing hipotesis yang diperoleh dari nilai probabilitas densitas *evidencenya*. (Lihat tabel 4.1)

4.1.2.2 Analisa Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan merupakan kumpulan fakta-fakta beserta aturan-aturannya. Basis pengetahuan dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman buah naga dapat dilakukan setelah pengguna memilih gejala-gejala penyakit yang menyerang tanaman buah naga. Pengguna dapat menjawab pertanyaan dengan pilih “Ya” atau “Tidak” berdasarkan gejala yang terlihat pada tanaman buah naga. Kemudian gejala tersebut akan dicocokkan dengan basis pengetahuan untuk mengetahui penyakit yang menyerang tanaman buah naga berdasarkan nilai probabilitas densitas masing-masing gejalanya.

Basis pengetahuan yang digunakan dalam membangun aplikasi sistem pakar untuk diagnosa penyakit pada tanaman buah naga yaitu basis pengetahuan gejala, basis pengetahuan jenis penyakit, basis pengetahuan gejala dan jenis penyakit, dan basis solusi penyakit. Berikut ini adalah penjelasan mengenai beberapa basis pengetahuan tersebut.

a. Basis pengetahuan gejala

Basis pengetahuan gejala adalah basis yang berisi data-data gejala, yaitu sebagai berikut :

1. Kondisi tanah terlalu lembab
2. Tanaman layu
3. Busuk basah
4. Batang busuk berlendir kekuningan
5. Batang busuk disemua sisi
6. Batang busuk berwarna kecoklatan
7. Ujung cabang produktif membusuk
8. Bunga gugur sebelum menjadi putik
9. Akar tanaman membusuk
10. Pangkal batang yang berbatasan dengan tanah membusuk
11. Batang yang terinfeksi ditumbuhi bulu putih
12. Buah gugur sebelum matang
13. Pertumbuhan tanaman terhambat
14. Busuk pada bagian yang tidak terpapar cahaya matahari
15. Tanaman terlihat kusam
16. Busuk kering
17. Ujung cabang produktif berkerut
18. Buah kerdil
19. Buah mengering
20. Pada buah terdapat bercak putih atau kecoklatan
21. Batang busuk berwarna kuning keemasan
22. Bintik-bintik coklat pada cabang produktif
23. Bunga tidak mekah
24. Terdapat bintik-bintik putih atau coklat pada bunga
25. Bercak pada buah menjadi lekukan basah berwarna orange
26. Batang busuk disatu sisi
27. Batang busuk basah dengan tepi sekitar pembusukan mengering
28. Bunga layu
29. Bercak pada buah dengan garis-garis melingkar berwarna hitam

30. Batang busuk awalnya seperti digit serangga

b. Basis Pengetahuan penyakit

Basis pengetahuan penyakit berisi data jenis penyakit yang dapat menyerang tanaman buah naga, yaitu :

1. Antraknosa
2. Busuk bakteri
3. Busuk pangkal batang
4. Fusarium
5. Solenopsis
6. Uret

c. Basis pengetahuan gejala dan penyakit

Basis pengetahuan gejala dan penyakit berisi data gejala dan penyakit yang dapat menyerang buah naga, yaitu sebagai berikut :

1. Gejala penyakit Antraknosa, ciri-cirinya adalah :
 - a. Buah gugur sebelum matang
 - b. Busuk pada bagian yang tidak terpapar cahaya matahari
 - c. Buah kerdil
 - d. Buah mengering
 - e. Pada buah terdapat bercak putih atau coklat
 - f. Bercak pada buah menjadi lekukan basah dan berubah menjadi berwarna orange
 - g. Bercak pada buah dengan garis-garis melingkar berwarna hitam
2. Gejala penyakit Busuk Bakteri, ciri-cirinya adalah :
 - a. Kondisi tanah terlalu lembab
 - b. Batang busuk disemua sisi
 - c. Tanaman terlihat kusam.
 - d. Batang busuk berwarna kuning keemasan
 - e. Batang busuk disatu sisi
 - f. Busuk basah dengan tepi sekitar pembusukan mengering

- g. Batang busuk awalnya seperti digit serangga
- 3. Gejala penyakit Busuk Pangkal Batang, ciri-cirinya adalah :
 - a. Kondisi tanah terlalu lembab
 - b. Busuk basah
 - c. Tanaman layu
 - d. Batang busuk berlendir kekuningan
 - e. Pangkal batang yang berbatasan dengan tanah membusuk
 - f. Batang yang terinfeksi ditumbuhi bulu putih
- 4. Gejala penyakit Fusarium, ciri-cirinya adalah :
 - a. Ujung cabang produktif membusuk
 - b. Busuk kering
 - c. Ujung cabang produktif berkerut
 - d. Bintik-bintik coklat pada ujung cabang produktif
- 5. Gejala penyakit Solenopsis, ciri-cirinya adalah :
 - a. Bunga gugur sebelum menjadi putik
 - b. Bunga tidak mekah
 - c. Terdapat bintik-bintik putih atau kecoklatan pada bunga
 - d. Bunga layu
- 6. Gejala penyakit Uret, ciri-cirinya adalah :
 - a. Kondisi tanah terlalu lembab
 - b. Busuk basah
 - c. Tanaman layu
 - d. Batang busuk berlendir kekuningan
 - e. Batang busuk berwarna kecoklatan
 - f. Akar tanaman membusuk
 - g. Pertumbuhan tanaman terhambat

d. Basis pengetahuan nilai probabilitas *Dempster-Shafer*

Nilai probabilitas densitas masing-masing gejala diperoleh dari seorang pakar yaitu Burshaf Nasri, SP. Nilai yang digunakan untuk menentukan nilai

probabilitas densitas gejala yang baru adalah nilai tertinggi dari masing-masing gejala (Jannah,2011).

Untuk menentukan nilai probabilitas densitas theta ($m(q)$) maka digunakan rumus : $m(q) = 1 - m$

Contoh :

Kondisi tanah terlalu lembab, nilai $m = 0.8$ maka

Nilai $m(q) = 1 - 0.8 = 0.2$

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah berikut :

Tabel 4.1 Nilai Probabilitas densitas

No	Gejala	Penyakit						M (Probabilitas Densitas)
		ANT	BB	BPB	FS	SL	UR	
1	Kondisi tanah terlalu lembab		0.8	0.8			0.8	0.8
2	Busuk basah			0.7			0.8	0.8
3	Tanaman layu			0.8			0.5	0.8
4	Batang busuk berlendir kekuningan			0.8			0.6	0.8
5	Batang busuk disemua sisi		0.8					0.8
6	Batang busuk berwarna kecoklatan						0.8	0.8
7	Ujung cabang produktif membusuk				0.8			0.8
8	Bunga gugur sebelum menjadi putik					0.7		0.7
9	Akar tanaman						0.7	0.7

	membusuk							
10	Pangkal batang yang berbatasan dengan tanah membusuk			0.7				0.7
11	Batang yang terinfeksi ditumbuhi bulu putih			0.7				0.7
12	Buah gugur sebelum matang	0.7						0.7
13	Pertumbuhan tanaman terhambat						0.7	0.7
14	Busuk pada bagian yang tidak terpapar cahaya matahari	0.7						0.7
15	Tanaman terlihat kusam		0.7					0.7
16	Busuk kering				0.7			0.7
17	Ujung cabang produktif berkerut				0.7			0.7
18	Buah kerdil	0.7						0.7
19	Buah mongering	0.7						0.7
20	Pada buah terdapat bercak putih atau kecoklatan	0.7						0.7
21	Batang busuk berwarna kuning keemasan		0.6					0.6
22	Bintik-bintik coklat pada cabang produktif				0.6			0.6
23	Bunga tidak mekah					0.6		0.6
24	Terdapat bintik-					0.6		0.6

	bintik putih atau coklat pada bunga							
25	Bercak pada buah menjadi lekukan basah berwarna orange	0.6						0.6
26	Batang busuk disatu sisi		0.5					0.5
27	Busuk basah dengan tepi sekitar pembusukan mengering		0.5					0.5
28	Bunga layu					0.5		0.5
29	Bercak pada buah dengan garis-garis melingkar berwarna hitam	0.5						0.5
30	Batang busuk awalnya seperti digit serangga		0.4					0.4

Keterangan :

ANT : Antraknosa

FS : Fusarium

BB : Busuk Bakteri

SL : Solenopsis

BPB : Busuk Pangkal Batang

UR : Uret

m : Nilai probabilitas densitas m(q) : Nilai probabilitas theta

e. Basis pengetahuan solusi penyakit

Basis pengetahuan solusi penyakit berisi data solusi dari pakar yang dibutuhkan untuk mengendalikan penyakit yang menyerang tanaman buah naga.

1. Solusi penyakit Antraknosa, adalah :
 - a. Perbaikan sanitasi lingkungan dengan membersihkan lahan dari tanaman pengganggu (Gulma)
 - b. Perbaikan sistem drainase (pengairan)
 - c. Mengikis bercak-bercak yang ada pada buah naga sebelum bercak meluas
 - d. Menyemprot tanaman dengan cairan obat *Gusadrin* dengan dosis 2 cc/liter air.
2. Solusi penyakit Busuk Bakteri, adalah :
 - a. Penggunaan bibit dengan kualitas yang baik
 - b. Pada lubang tanam diberi Basamid dengan dosis 0.5-1 gr dalam bentuk serbuk per lubang.
 - c. Menjaga tanaman agar mendapatkan sinar matahari secara merata
 - d. Perbaikan sistem drainase
 - e. Menjaga kelembaban tanah agar tidak terlalu basah
 - f. Mencabut dan memusnahkan tanaman yang terinfeksi dan menggantinya dengan bibit yang baru.
3. Solusi penyakit Busuk Pangkal Batang, adalah :
 - a. Penggunaan bibit dengan kualitas yang baik
 - b. Perbaikan sistem drainase
 - c. Menjaga kelembaban tanah agar tidak terlalu basah
 - d. Penyemprotan fungisida dan atonik di daerah pangkal batang yang telah berumur 30 hari
 - e. Penyemprotan Benlate ke seluruh bagian batang dengan dosis 2 gr/liter air 1-2 kali dalam seminggu

- f. Penyemprotan Ridomil dengan dosis 2 gr/liter air
 - g. Mencabut dan memusnahkan tanaman yang terinfeksi dan menggantinya dengan bibit baru
4. Solusi penyakit Fusarium, adalah :
- a. Pada lubang tanam diberikan pupuk kandang yang dicampur dengan kapur dolomite dan sekam yang telah dibakar dengan perbandingan 3:2:1
 - b. Perbaikan sanitasi lingkungan dengan membersihkan lahan dari tanaman pengganggu (Gulma)
 - c. Penyemprotan Benlate dengan dosis 2 gr /liter air pada bagian batang dan cabang
 - d. Memotong ujung cabang yang terinfeksi
5. Solusi penyakit Solenopsis, adalah :
- a. Perbaikan sistem sanitasi lingkungan dengan membersihkan lahan dari tanaman pengganggu (Gulma)
 - b. Menyemprotkan cairan insektisida antara lain Confidor 200 SC dan Curacron 500 EC
6. Solusi penyakit Uret, adalah :
- a. Penggunaan bibit dengan kualitas yang baik
 - b. Menjaga kelembaban tanah agar tidak terlalu basah
 - c. Perbaikan sistem drainase
 - d. Penggunaan fungisida seperti Anvil 50 SC, Bendas 50 WP dan Alto 100 SC
 - e. Mencabut dan memusnahkan tanaman yang terinfeksi dan menggantinya dengan bibit yang baru

4.1.2.3 Analisa Motor Inferensi

Setelah menganalisa basis pengetahuan, selanjutnya adalah menyusun motor inferensi yang akan melakukan penalaran tentang informasi yang ada dalam basis

pengetahuan dan memformulasikan kesimpulan. Penyusunan motor inferensi pada sistem pakar ini menggunakan metode *Forward Chaining* yaitu penalaran dimulai dari fakta untuk menguji kebenaran hipotesis yang ada dalam basis pengetahuan.

4.1.2.4 Penalaran Inferensi

Dari penelusuran gejala-gejala penyakit pada tanaman buah naga didapat aturan-aturan sebagai berikut :

- R-1 : IF kondisi tanah lembab Then G1
Else G12
- R-2 : IF G1 and busuk basah Then G2
- R-3 : IF G2 and tanaman layu Then G3 Else G5
- R-4 : IF G3 and batang busuk berlendir kekuningan Then G4
- R-5 : IF G4 and batang busuk berwarna kecoklatan Then G6
- R-6 : IF G6 and Akar tanaman membusuk Then G9
Else G10
- R-7 : IF G6 and pertumbuhan tanaman terhambat Then G13
Else G10
- R-8 : IF G13 and akar tanaman membusuk Then **Uret**
- R-9 : IF G6 and pangkal batang yang berbatasan
dengan tanah membusuk Then G10
- R-10 : IF G10 and batang yang terinfeksi ditumbuhi bulu
putih Then **Busuk Pangkal Batang**
- R-11 : IF G1 and batang busuk disemua sisi Then G5

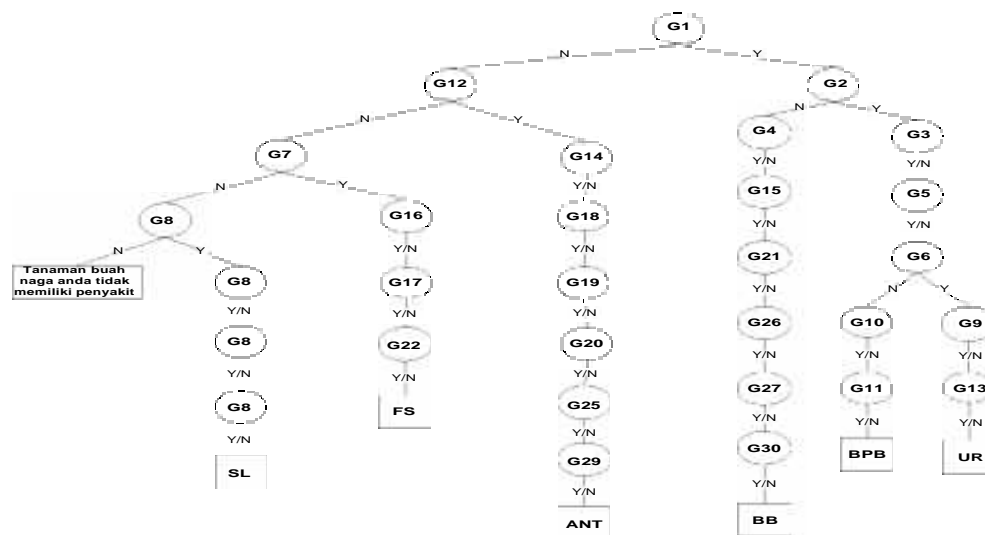
- R-12 : IF G5 and Tanaman terlihat kusam Then G15
- R-13 : IF G15 and batang busuk berwarna kuning keemasan Then G21
- R-14 : IF G21 and Batang busuk disatu sisi Then G26
- R-15 : IF G26 and busuk basah dengan tepi sekitar pembusukan mengering Then G27
- R-16 : IF G27 and batang busuk awalnya seperti digigit serangga Then **Busuk Bakteri.**
- R-17 : IF G5 and pangkal batang yang berbatasan dengan tanah membusuk Then G10
- R-18 : IF G10 and pertumbuhan tanaman terhambat Then **Uret**
- R-19 : IF G7 and busuk kering Then G16
- R-20 : IF G16 and ujung cabang produktif berkerut Then G17
- R-21 : IF G17 and bintik-bintik coklat pada cabang produktif Then **Fusarium**
- R-22 : IF G8 and bunga tidak merekah Then G23
- R-23 : IF G23 and terdapat bintik-bintik putih atau coklat pada bunga Then G24
- R-24 : IF G24 and bunga layu Then **Solenopsis**
- R-25 : IF G12 and busuk pada bagian yang tidak terpapar cahaya matahari Then G14
- R-26 : IF G14 and buah kerdil Then G18
- R-27 : IF G18 and buah mengering Then G20
- R-28 : IF G20 and bercak pada buah menjadi lekukan basah
dan berwarna orange then G25

R-29 : IF G25 and bercak pada buah dengan garis-garis

melingkar berwarna hitam Then **Antraknosa**

4.1.2.5 Struktur Pohon Inferensi

Struktur pohon inferensi perancangan dari sistem pakar ini adalah sebagai berikut :



Gambar 4.2 Pohon Inferensi

Dengan melihat pohon keputusan yang telah dibuat, dapat diketahui diketahui hipotesa UR terpenuhi jika memiliki *evidence* G1, G2, G3, G4, G6, G9, dan G13 terpenuhi. Hipotesa BPB terpenuhi jika memiliki *evidence* G1, G2, G3, G4, G10 dan G11. Hipotesa BB terpenuhi jika memiliki *evidence* G1, G5, G15, G21, G26, G27, dan G30. Hipotesa ANT terpenuhi jika memiliki *evidence* G12, G14, G18, G19, G20, G25, dan G29. Hipotesa FS terpenuhi jika memiliki *evidence* G7, G16, G17, dan G22. Hipotesa SL terpenuhi jika memiliki *evidence* G8, G23, G28, G24, dan G28. Jika tidak ada satupun *evidence* yang terpenuhi menunjukkan bahwa tanaman buah naga tidak terinfeksi penyakit apapun.

Keterangan gambar 4.1 adalah sebagai berikut :

a. Gejala penyakit

1. G1 : Kondisi tanah terlalu lembab
2. G2 : Busuk basah
3. G3 : Tanaman layu
4. G4 : Batang busuk berlendir kekuningan
5. G5 : Batang busuk disemua sisi
6. G6 : Batang busuk berwarna kecoklatan
7. G7 : Ujung cabang produktif membusuk
8. G8 : Bunga gugur sebelum menjadi putik
9. G9 : Akar tanaman membusuk
10. G10 : Pangkal batang yang berbatasan dengan tanah membusuk
11. G11 : Batang yang terinfeksi ditumbuhi bulu putih
12. G12 : Pangkal batang yang berbatasan dengan tanah membusuk
13. G13 : Pertumbuhan tanaman terhambat
14. G14 : Busuk pada bagian yang tidak terpapar cahaya matahari
15. G15 : Tanaman terlihat kusam
16. G16 : Busuk kering
17. G17 : Ujung cabang produktif berkerut
18. G18 : Buah kerdil
19. G19 : Buah mengering
20. G20 : Pada buah terdapat bercak putih atau kecoklatan
21. G21 : Batang busuk berwarna kuning keemasan
22. G22 : Bintik-bintik coklat pada ujung cabang produktif
23. G23 : Bunga tidak merekah
24. G24 : Terdapat bintik-bintik putih atau kecoklatan pada bunga
25. G25 : Bercak pada buah menjadi lekukan basah dan berwarna orange
26. G26 : Batang busuk disatu sisi

- 27. G27 : Busuk basah dengan tepi sekitar pembusukan mengering
- 28. G28 : Bunga layu
- 29. G29 :Bercak pada buah dengan garis-garis melingkar berwarna hitam
- 30. G30 : Batang yang busuk awalnya seperti digit serangga

b. Penyakit

- 1. ANT : Antraknosa
- 2. BB : Busuk Bakteri
- 3. BPB : Busuk Pangkal Batang
- 4. FS : Fusarium
- 5. SL : Solenopsis
- 6. UR : Uret

c. Simbol

- 1. Y : Penelusuran jika Ya
- 2. N : Penelusuran jika Tidak
- 3. Y/N : penelusuran jika Ya atau Tidak

4.1.2.6 Proses

Dari data-data masukan yang diperoleh pada tahap sebelumnya, proses diagnosa penyakit pada tanaman buah naga akan dilakukan setelah sistem menerima jawaban yang dimasukkan oleh pengguna dari pertanyaan-pertanyaan yang telah diberikan oleh sistem. Langkah-langkah yang terjadi dalam sistem adalah sebagai berikut :

- Langkah I : Sistem akan memberikan pertanyaan tentang gejala-gejala penyakit pada buah naga berdasarkan motor inferensi yang telah dibuat.
- Langkah II : Pengguna akan menjawab pertanyaan tersebut dengan jawaban “Ya” atau “Tidak” sesuai gejala yang dialami tanaman buah naga.

Kemudian sistem akan mencocokkan dengan basis pengetahuan yang ada.

Langkah III Sistem akan melakukan penghitungan nilai probabilitas densitas kepercayaan (m) berdasarkan gejala yang telah dipilih oleh pengguna dengan metode *Dempster-Shafer*.

Langkah IV Setelah didapat nilai m awal maka nilai ini akan digunakan untuk mencari nilai probabilitas densitas kepercayaan selanjutnya berdasarkan gejala-gejala yang dimiliki oleh pengguna dengan metode *Dempster-Shafer*. Setelah semua gejala dihitung maka akan diketahui penyakit apa yang telah menyerang tanaman buah naga dengan melihat nilai probabilitas densitas yang tertinggi. Sistem akan mencocokkan dengan basis pengetahuan solusi sehingga akan ditampilkan jenis penyakit beserta solusinya.

4.1.2.7 Analisa Metode *Dempster-Shafer*

Teori *Dempster-Shafer* adalah suatu teori yang dikembangkan oleh Arthur p. Demster dan Glen Shafer. Teori *Dempster-Shafer* mengijinkan untuk menentukan derajat kepercayaan (*degree of belief*) dan *plausible reasioning* (pemikiran yang masuk akal) yang digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi yang terpisah untuk mengkalkulasikan kemungkinan dari suatu peristiwa. Setiap potongan informasi memiliki nilai pengaruh *evidence* terhadap hipotesis yang ada. Dengan menggunakan nilai densitas diagnosa dapat dilakukan, yaitu hipotesis yang memiliki nilai probabilitas densitas yang tertinggi merupakan hasil diagnosa.

Untuk analisa metode Dempster-Shafer lebih lanjut dapat ditunjukkan dengan melakukan perhitungan secara manual penyakit yang menyerang tanaman buah naga seperti berikut ini :

Diasumsikan gejala yang dipilih adalah gejala yang terdapat pada buah naga. Berikut contoh perhitungan secara manual dengan menggunakan metode Dempster-Shafer :

Gejala 1 : Kondisi tanah terlalu lembab

Gejala 2 : Busuk basah

Gejala 3 : Tanaman layu

Gejala 4 : Batang busuk berlendir kekuningan

Gejala 5 : Batang busuk berwarna kecoklatan

Penyelesaian :

Gejala 1 : Kondisi Tanah Terlalu Lembab

Dengan nilai $m_1\{ \{ BB,BPB,UR, \} m=0.8 \text{ dan } m_1\{q\} = 1 - 0.8 = 0.2$

Gejala 2 : Busuk Basah

Dengan nilai $m_2\{ BPB,UR, \} m=0.8 \text{ dan } m_2\{q\} = 1 - 0.8 = 0.2$

Tabel 4.2 Aturan kombinasi untuk m_3

	{BB,BPB,UR} (0.8)	q (0.2)
{BPB,UR} (0.8)	{BPB,UR} (0.64)	{BPB,UR} (0.16)
q (0.2)	{BB,BPB,UR} (0.16)	q (0.04)

Keterangan :

- Kolom pertama berisikan himpunan bagian pada gejala pertama (akar membusuk) dengan m_1 sebagai fungsi densitasnya.

- Baris pertama berisikan semua himpunan bagian gejala kedua (tanaman layu), dengan m_2 sebagai fungsi densitasnya
- Baris kedua dan ketiga pada kolom kedua merupakan irisan dari kedua himpunan.

Selanjutnya dihitung densitas baru untuk beberapa kombinasi (m_3) dengan persamaan *Dempster-Shafer*, sebagai berikut :

$$m_3\{BPB,UR\} = \frac{0.64+0.16}{1-0} = 0.80$$

$$m_3\{BB,BPB,UR\} = \frac{0.16}{1-0} = 0.16$$

$$m_3\{q\} = \frac{0.04}{1-0} = 0.04$$

Gejala 3 : Tanaman layu

Dengan nilai $m_4\{BPB,UR\} = 0.8$ dan $m_4\{q\} = 1 - 0.8 = 0.2$

Tabel 4.3 Aturan kombinasi untuk m_5

	$\{BPB,UR\}$ (0.8)	q (0.2)
$\{BPB,UR\}$ (0.8)	$\{BPB,UR\}$ (0.64)	$\{BPB,UR\}$ (0.16)
$\{BB,BPB,UR\}$ (0.16)	$\{BPB,UR\}$ (0.128)	$\{BB,BPB,UR\}$ (0.032)
q (0.04)	$\{BPB,UR\}$ (0.032)	q (0.008)

Keterangan :

- Kolom pertama berisikan hasil kombinasi m_3
- Baris pertama berisikan semua himpunan bagian gejala ketiga (batang busuk berwarna kekuningan), dengan m_3 sebagai fungsi densitasnya
- Baris kedua, ketiga dan keempat pada kolom kedua merupakan irisan dari himpunan baris pertama dengan kolom pertama.

Selanjutnya dihitung densitas baru untuk beberapa kombinasi (m_5) dengan persamaan *Dempster-Shafer*, sebagai berikut :

$$m_5\{\text{BPB,UR}\} : \frac{0.64+0.128+0.16+0.032}{1-0} = 0.96$$

$$m_5\{\text{BB,BPB,UR}\} : \frac{0.032}{1-0} = 0.032$$

$$m_5\{q\} : \frac{0.008}{1-0} = 0.008$$

Gejala 4 : Batang busuk berlendir kekuningan

Dengan nilai $m_6\{\text{BPB,UR}\} = 0.8$ dan $m_6\{q\} = 1 - 0.8 = 0.2$

Tabel 4.4 Aturan kombinasi untuk m_7

	{BPB,UR} (0.8)	q (0.2)
{BPB,UR} (0.96)	{BPB,UR} (0.768)	{BP,BUR} (0.192)
{BB,BPB,UR} (0.032)	{BPB,UR} (0.0256)	{BB,BPB,UR} (0.0064)
q (0.008)	{BPB,UR} (0.0064)	q (0.0016)

Keterangan :

- Kolom pertama berisikan hasil kombinasi m_5
- Baris pertama berisikan semua himpunan bagian gejala keempat (kondisi tanah lembab), dengan m_5 sebagai fungsi densitasnya
- Baris kedua, ketiga, keempat dan kelima pada kolom kedua merupakan irisan dari himpunan yang ada pada baris pertama dengan kolom pertama.

Selanjutnya dihitung densitas baru untuk beberapa kombinasi (m_7) dengan persamaan *Dempster-Shafer*, sebagai berikut :

$$m_7\{\text{BPB,UR}\} : \frac{0.768+0.0256+0.0064+0.192}{1-0} = 0.992$$

$$m_7\{\text{BB,BPB,UR}\} : \frac{0.0064}{1-0} = 0.0064$$

$$m_7\{q\} : \frac{0.0016}{1-0} = 0.0016$$

Gejala 5 : Batang busuk berwarna kecoklatan

Dengan nilai $m_8\{\text{UR}\} = 0.8$ dan $m_8\{q\} = 1 - 0.8 = 0.2$

Tabel 4.5 Aturan kombinasi untuk m_9

	{UR} (0.8)	q (0.2)
{BPB,UR} (0.992)	{UR} (0.7936)	{BPB,UR} (0.1984)
{BB,BPB,UR} (0.0064)	{UR} (0.00512)	{BB,BPB,UR} (0.00128)
q (0.0016)	{UR} (0.00128)	q (0.00032)

Keterangan :

- Kolom pertama berisikan hasil kombinasi m_7
- Baris pertama berisikan semua himpunan bagian gejala kelima (busuk basah), dengan m_7 sebagai fungsi densitasnya
- Baris kedua, ketiga, keempat dan kelima pada kolom kedua merupakan irisan dari himpunan yang ada pada baris pertama dengan kolom pertama.

Selanjutnya dihitung densitas baru untuk beberapa kombinasi (m_9) dengan persamaan *Dempster-Shafer*, sebagai berikut

$$m_9\{\text{UR}\} : \frac{0.7936+0.00512+0.00128}{1-0} = 0.8$$

$$m_9\{\text{BPB,UR}\} : \frac{0.1984}{1-0} = 0.1984$$

$$m_9\{BB,BPB,UR\} : \frac{0.00128}{1-0} = 0.00128$$

$$m_9\{q\} : \frac{0.00032}{1-0} = 0.00032$$

Persentase nilai probabilitas densitas hipotesis : $m_9\{UR\}$

$$= 0.8 * 100\% = 80\% \quad m_9\{BPB,UR\} =$$

$$0.1984 * 100\% = 19.84\% \quad m_9\{BB,BPB,UR\} =$$

$$0.00128 * 100\% = 0.13\% \quad m_9\{q\} =$$

$$0.00032 * 100\% = 0.03\%$$

Kesimpulan :

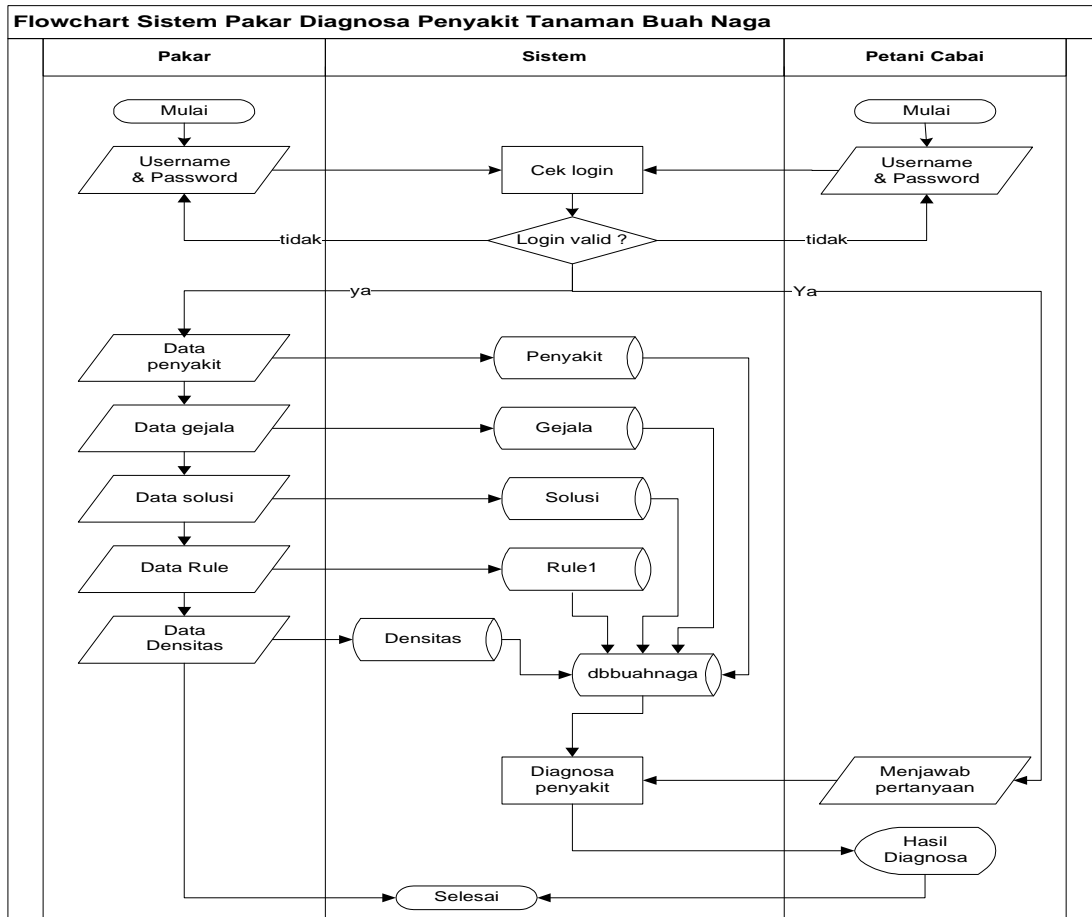
Dari hasil persentase nilai probabilitas densitas yang telah didapat maka diketahui bahwa penyakit yang menyerang tanaman buah naga adalah Uret dengan persentase 80 %.

4.2 Analisa Fungsional

Analisa fungsional dalam sistem ini meliputi bagan alir (*flowchart*), diagram konteks (*Context Diagram*), *Data Flow Diagram* (DFD) dan *Entity Relationship Diagram* (ERD).

4.2.1 Bagan Alir (Flowchart)

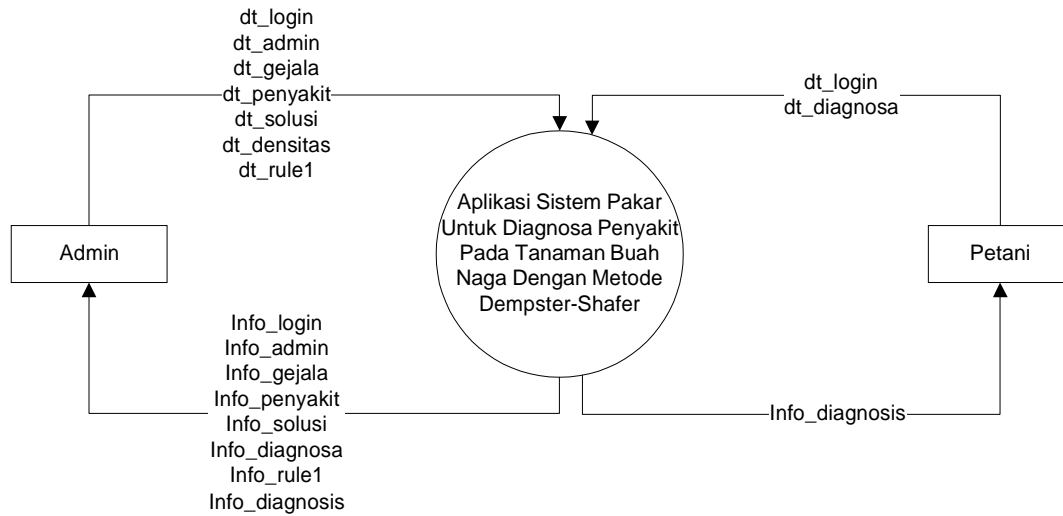
Flowchart mendeskripsikan aliran proses yang terjadi di dalam sistem, dimulai dari awal menggunakan sistem hingga selesai. *Flowchart* sistem yang dibangun dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Flowchart

4.2.2 Diagram Konteks (Context Diagram)

Diagram konteks menggambarkan hubungan *input/output* antara sistem dengan dunia luarnya, suatu diagram konteks selalu mengandung satu proses yang mewakili seluruh sistem. Berikut adalah diagram konteks dari sistem yang dibangun :

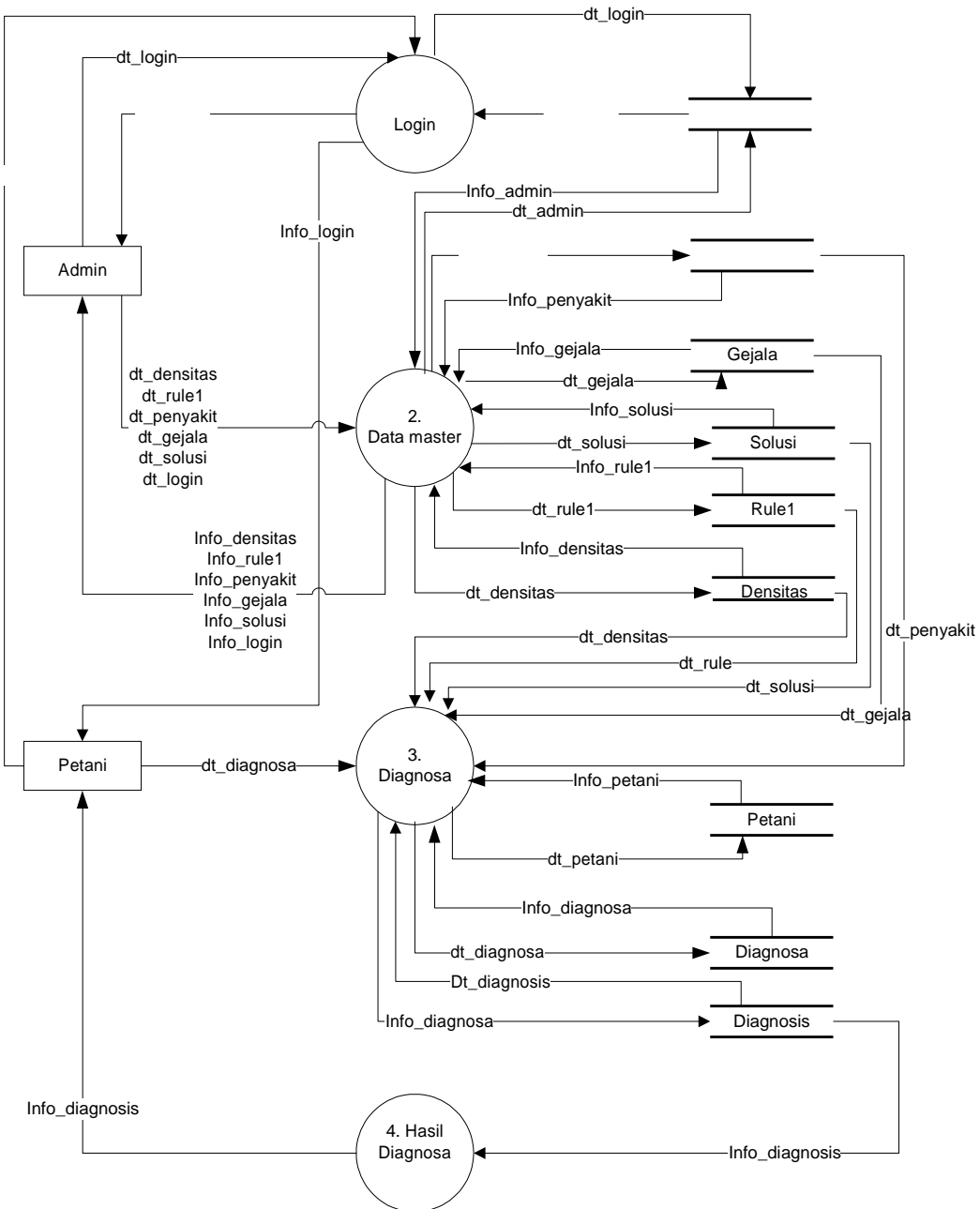


Gambar 4.4 *Context Diagram*

Entitas yang berhubungan dengan sistem pada diagram konteks di atas adalah:

1. Admin (Pakar) merupakan pengguna yang memiliki hak akses untuk menginputkan data *login*, data gejala, data penyakit dan data solusi dari penyakit yang menyerang buah naga.
2. Petani, merupakan seseorang yang melakukan konsultasi dengan sistem untuk mengetahui jenis penyakit serta solusi penanganan terhadap penyakit yang menyerang tanaman buah naga mereka.

4.2.3 DFD (Data Flow Diagram) Level 1



Gambar 4.5 DFD Level 1

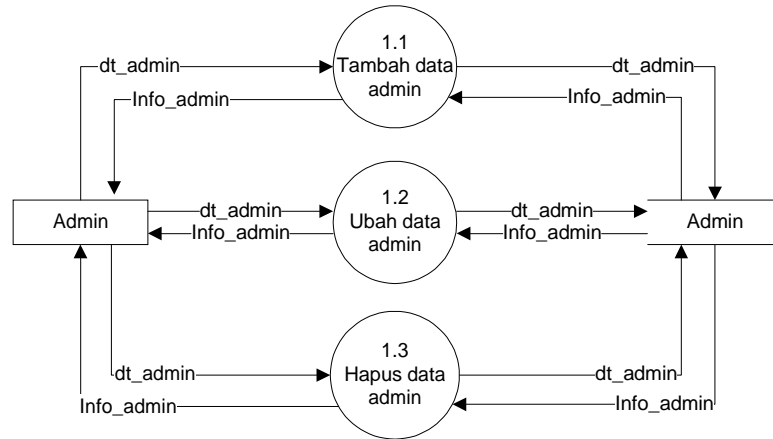
Tabel 4.6 Proses DFD Level 1

Nama	Deskripsi
<i>Login</i>	Proses untuk melakukan login
Data Master	Proses untuk melakukan data master
Diagnosa	Proses untuk melakukan diagnosa penyakit buah naga
Hasil diagnosa	Proses untuk melakukan pengelolaan laporan hasil diagnosa penyakit buah naga

Tabel 4.7 Aliran Data DFD Level 1

Nama	Deskripsi
<i>dt_login</i>	Aliran data yang berisi data <i>login</i>
<i>Info_login</i>	Aliran data yang berisi informasi <i>login</i>
<i>dt_densitas</i>	Aliran data yang berisi data densitas
<i>Info_densitas</i>	Aliran data yang berisi informasi data densitas
<i>dt_rule1</i>	Aliran data yang berisi data rule
<i>Info_rule1</i>	Aliran data yang berisi informasi data rule
<i>dt_penyakit</i>	Aliran data yang berisi data penyakit
<i>Info_penyakit</i>	Aliran data yang berisi informasi data penyakit
<i>dt_gejala</i>	Aliran data yang berisi data gejala
<i>Info_gejala</i>	Aliran data yang berisi informasi data gejala
<i>dt_solusi</i>	Aliran data yang berisi data solusi
<i>Info_solusi</i>	Aliran data yang berisi informasi data solusi
<i>dt_petani</i>	Aliran data yang berisi data petani
<i>Info_petani</i>	Aliran data yang berisi informasi data petani
<i>dt_diagnosa</i>	Aliran data yang berisi data diagnosa
<i>Info_diagnosa</i>	Aliran data yang berisi informasi data diagnosa
<i>dt_diagnosis</i>	Aliran data yang berisi data diagnosis
<i>Info_diagnosis</i>	Aliran data yang berisi informasi hasil diagnosa

4.2.4 DFD Level 2 Proses 1 (Login)



Gambar 4.6 DFD Level 2 Proses 1 (Login)

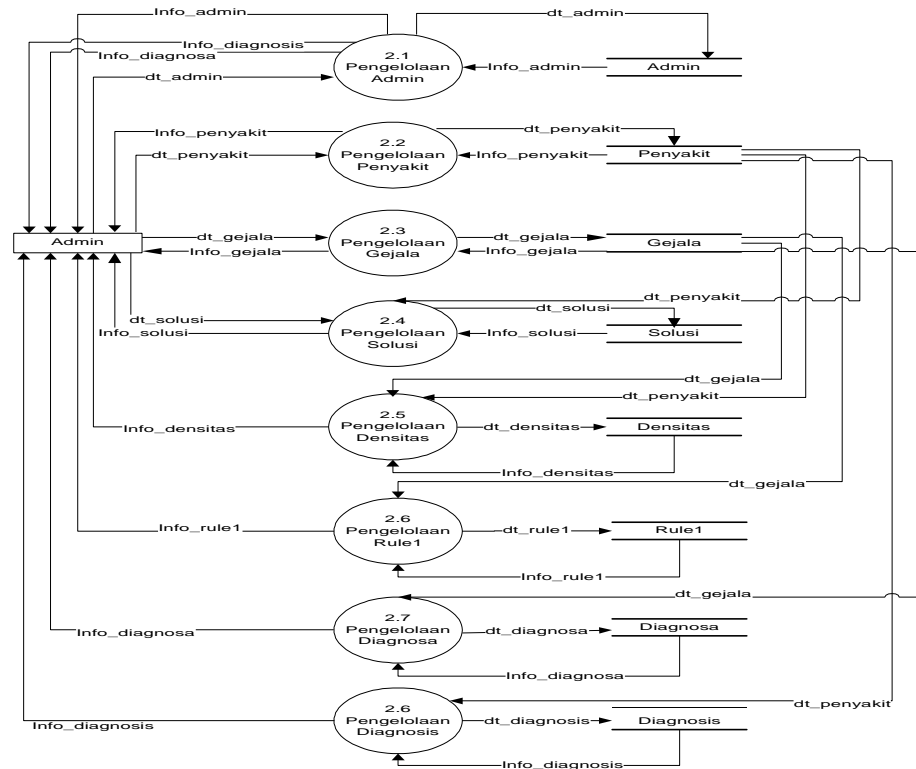
Tabel 4.8 Proses pada DFD Level 2 Proses 1 (Login)

Nama	Deskripsi
Tambah data admin	Proses untuk menambah data pengguna
Ubah data admin	Proses untuk mengubah data pengguna
Hapus data admin	Proses untuk menghapus data pengguna

Tabel 4.9 Aliran Data pada DFD Level 2 Proses 1 (Login)

Nama	Deskripsi
dt_admin	Aliran data yang berisi data admin
Info_admin	Aliran data yang berisi informasi admin

4.2.5 DFD Level 2 Proses 2 (Data Master)



Gambar 4.7 DFD Level 2 Proses 2 (Data Master)

Tabel 4.10 Proses DFD Level 2 Proses 2 (Data Master)

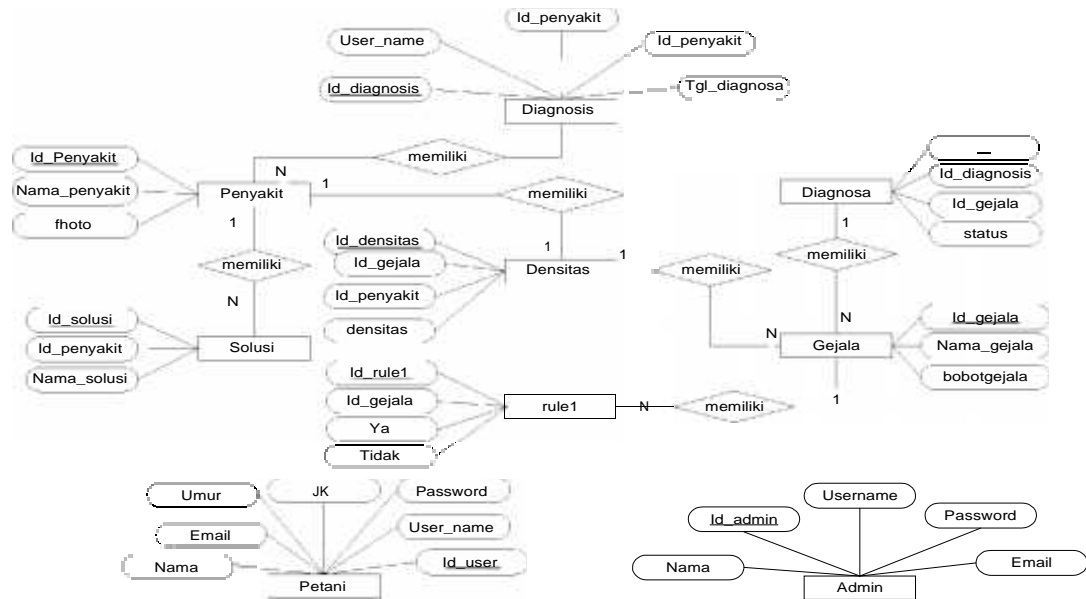
Nama	Deskripsi
Pengelolaan_admin	Proses untuk melakukan pengelolaan data admin
Pengelolaan_penyakit	Proses untuk melakukan pengelolaan data penyakit
Pengelolaan_gejala	Proses untuk melakukan pengelolaan data gejala
Pengelolaan_solusi	Proses untuk melakukan pengelolaan data solusi
Pengelolaan_densitas	Proses untuk melakukan pengelolaan data densitas
Pengelolaan_rule1	Proses untuk melakukan pengelolaan data rule
Pengelolaan_Diagnosa	Proses melakukan pengelolaan data diagnosa
Pengelolaan_Diagnosis	Proses melakukan pengelolaan data diagnosis

Tabel 4.11 Aliran Data DFD Level 2 Proses 2(Data Master)

Nama	Deskripsi
dt_admin	Aliran data yang berisi data admin
Info_admin	Aliran data yang berisi informasi data admin
dt_penyakit	Aliran data yang berisi data penyakit
Info_penyakit	Aliran data yang berisi informasi data penyakit
dt_gejala	Aliran data yang berisi data gejala
Info_gejala	Aliran data yang berisi informasi data gejala
dt_solusi	Aliran data yang berisi data solusi
Info_solusi	Aliran data yang berisi informasi data solusi
dt_densitas	Aliran data yang berisi data densitas
Info_densitas	Aliran data yang berisi informasi dara densitas
dt_rule1	Aliran data yang berisi data rule
Info_rule1	Aliran data yang berisi informasi data rule

4.2.6 ERD (Entity Relationship Diagram)

ERD adalah diagram yang memperlihatkan entitas-entitas yang terlibat dalam sebuah sistem serta relasi antar sistem tersebut. EDR terdiri dari tiga komponen yaitu entitas, relasi, dan atribut.



Gambar 4.8 ERD

Tabel 4.12 Keterangan Entitas ERD

No	Nama	Deskripsi	Atribut	Primary key
1	Admin	Menyimpan data admin	Id_admin Username Password Nama Email	Id_admin
2	Penyakit	Menyimpan data penyakit	Id_Penyakit nama_Penyakit Fhoto	idPenyakit
3	Gejala	Menyimpan data gejala	idgejala nama_gejala Pertanyaan	Idgejala
4	Solusi	Menyimpan data solusi	Id_solusi id_penyakit	Idsolusi

			nama_solusi	
5	Densitas	Menyimpan data densitas	Id_densitas Id_penyakit Id_gejala densitas	Id_densitas
6	Rule1	Menyimpan data rule	Id_rule Id_gejala Ya Tidak	Id_rule1
7	Diagnosa	Menyimpan data diagnosa	Id_diagnosa Id_diagnosis Id_gejala densitas	Id_diagnosa
8	Petani	Menyimpan data Petani	Id_User Username Password Nama JK Umur Email	Id_User
9	Diagnosis	Menyimpan data hasil diagnosa	Id_diagnosis User_name Id_penyakit Tgl_diagnosis persen	Id_diagnosis

4.3 Perancangan Aplikasi Sistem

Perancangan Aplikasi Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Buah Naga ini meliputi beberapa bagian, yaitu :

4.3.1 Perancangan Basis Data

Rancangan basis data aplikasi sistem pakar untuk diagnosa penyakit pada tanaman buah naga ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.13 Rancangan Basis Data

No	Nama Tabel	Field	Tipe Data	Primary Key
1	Penyakit	Id_Penyakit nmPenyakit Photo	Int(10) Varchar(30) Varchar(30)	Id_penyakit
2	Gejala	Id_gejala Nama_gejala Pertanyaan	Int(11) Varchar(100) Varchar (100)	Id_gejala
3	Solusi	Id_solusi id_Penyakit nama_solusi	Int(6) Int (10) Varchar(255)	Id_solusi
4	Densitas	Id_densitas Id_penyakit Id_gejala densitas	Int(11) Int(11) Int(11) Double	Id_densitas
5	Rule1	Id_rule1 Id_gejala Ya Tidak	Int(11) Int(11) Int(11) Int(11)	Id_rule1
6	Diagnosa	Id_diagnosa	Int(5)	Id_diagnosa

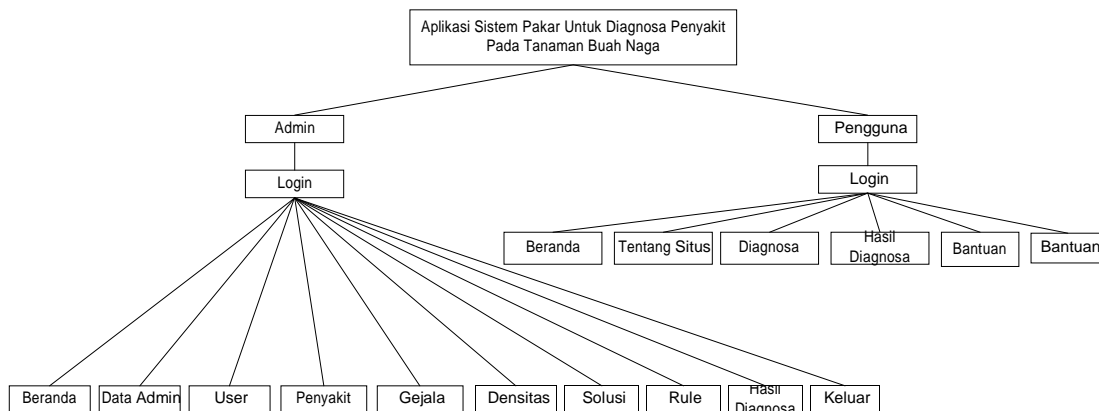
		Id_diagnosis Id_gejala densitas	Int(5) Int (5) Double	
7	Petani	Id_user Username Password Nama JK Umur Email	Int(10) Varchar(20) Varchar(10) Varchar(30) Varchar(30) Int (2) Varchar (30)	Id_user
8	Admin	Id_Admin usernameAdmin PasswordAdmin Nama Email	Int(11) Varchar(20) Varchar(10) Varchar (30) Varchar (30)	Id_Admin
9	Diagnosis	Id_diagnosis User_name Id_penyakit Tgl_diagnosis Persen	Int (5) Varchar (30) Int (5) Varchar (10) Float (6,2)	Id_diagnosis

4.3.2 Rancangan Antar Muka Sistem

Rancangan antar muka pemakai sistem pada aplikasi ini adalah sebagai berikut :

4.3.2.1 Rancangan Struktur Menu

Struktur menu aplikasi sistem pakar diagnosa penyakit tanaman buah naga adalah sebagai berikut :



Gambar 4.9 Rancangan Struktur Menu

4.3.2.2 Rancangan Antar Muka

Rancangan antar muka sistem bertujuan untuk menggambarkan sistem yang akan dibangun. Berikut ini adalah rancangan antar muka Aplikasi Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Buah Naga Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*.

4.3.2.2.1 Rancangan Menu Utama

Menu beranda menampilkan halaman utama sistem pakar yang didalamnya terdapat menu Beranda, Tentang Saya, Tentang Situs, Bantuan, Menu Login dan Register. Menu login merupakan tempat admin ataupun user yang telah terdaftar untuk masuk ke dalam sistem, sedangkan menu register merupakan tempat user melakukan pendaftaran sebelum masuk ke dalam sistem.

Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Pada Buah Naga Menggunakan Metode Dempster-Shafer				
Beranda	Tentang saya	Tentang situs	Bantuan	
<p>Selamat Datang Di Sistem Pendiagnosa Penyakit Buah Naga</p> <p><input type="button" value="Gambar Flash"/></p>			<div> <div>Login</div> <div> <input type="text" value="fphoto"/> </div> <div>Masuk sebagai</div> <div> <input type="text" value="Username"/> </div> <div> <input type="text" value="Password"/> </div> <div> <input type="button" value="Login"/> </div> </div> <div> <div>Register</div> <div> <input type="text" value="fphoto"/> </div> <div>Silahkan Daftar</div> <div> <input type="text" value="Nama :"/> </div> <div> <input type="text" value="Email :"/> </div> <div> <input type="text" value="Jenis kelamin :"/> </div> <div> <input type="text" value="Username :"/> </div> <div> <input type="text" value="Password"/> </div> <div> <input type="button" value="Daftear"/> </div> </div>	
Copyright @ 2012 SPPBN By Dewi Mayang Sari				

Gambar 4.10 Rancangan Menu Utama

4.3.2.2 Rancangan Menu Beranda (Pengguna)

Menu ini merupakan menu utama di halaman pengguna, sebelum bisa masuk ke menu ini pengguna diharuskan melakukan registrasi atau pendaftaran terlebih dahulu, menu ini akan muncul setelah pengguna melakukan *login* sebagai *member* ke sistem. Menu yang terdapat dalam halaman ini adalah Tentang situs, Diagnosa, Ubah data diri, Hasil diagnosa dan Logout.

Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Pada Buah Naga Menggunakan Metode Dempster-Shafer					
Beranda	Tentang situs	Diagnosa	Ubah data diri	Hasil diagnosa	Loguot
<p>Selamat Datang User</p> <p><input type="button" value="Gambar Flash"/></p> <p>“ Penjelasan tentang buah naga “</p>					
Copyright @ 2012 SPPBN By Dewi Mayang Sari					

Gambar 4.11 Rancangan Menu Beranda

4.3.2.2.3 Rancangan Menu Diagnosa (Pengguna)

Menu ini merupakan sarana bagi pengguna agar dapat melakukan konsultasi untuk mendiagnosa jenis penyakit yang menyerang tanaman buah naga mereka. Sebelumnya pengguna harus melakukan pendaftaran, kemudian menjawab pertanyaan yang tampil dilayar sesuai dengan gejala yang ada pada tanaman buah naga mereka. Setelah mereka menjawab semua pertanyaan yang ditampilkan sistem maka akan keluar hasil diagnosa.

Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Pada Buah Naga Menggunakan Metode Dempster-Shafer					
Beranda	Tentang situs	Diagnosa	Ubah data diri	Hasil diagnosa	Loguot
<p>Jawablah pertanyaan berikut sesuai dengan gejala yang terlihat pada tanaman anda..</p> <p>Pertanyaan :??</p>					
Copyright @ 2012 SPPBN By Dewi Mayang Sari					

Gambar 4.12 Rancangan Menu Diagnosa

BAB V

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

5.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahapan dimana sistem yang telah dianalisa dan dirancang siap untuk dijalankan atau digunakan. Agar sistem memberikan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan maka perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat benar-benar dapat menghasilkan tujuan yang ingin dicapai.

5.1.1 Batasan Implementasi

Batasan implementasi dari tugas akhir ini adalah :

1. Sistem ini dikembangkan menggunakan bahasa pemograman PHP dan sistem manajemen basis data MySQL.
2. Petani hanya menjawab pertanyaan yang muncul pada menu diagnosa sesuai dengan gejala yang dialami tanaman buah naganya.
3. Hasil diagnosa akan menghasilkan kemungkinan jenis penyakit yang menyerang tanaman buah naga serta memberikan solusinya.

5.1.2 Lingkungan Implementasi

Lingkungan implementasi adalah lingkungan dimana sistem ini dikembangkan. Lingkungan implementasi sistem meliputi perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). Berikut adalah spesifikasi dari lingkungan implementasi sistem tersebut :

1. Perangkat keras (*Hardware*)

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. *Processor* : Intel Core i3
- b. *Memory* : 2 GB
- c. *Hardisk* : 500 GB

2. Perangkat Lunak (*Software*)

- a. Sistem Operasi : *Windows XP Proffesional*
- b. Bahasa Pemrograman : PHP
- c. *Database* : MySQL
- d. *Browser* : *Google Chrome*

5.1.3 Analisa Hasil

Sistem pakar untuk diagnosa penyakit pada buah naga menggunakan browser Google Chrome dengan mengaktifkan http://localhost/sistem_pakar yang berisikan sistem untuk diagnosa penyakit pada tanaman buah naga yang dapat memberikan hasil diagnosa penyakit yang menyerang tanaman buah naga serta solusi yang bisa dilakukan untuk pengendalian penyakit tersebut.

5.1.4 Implementasi Model Persoalan

Model persoalan dalam sistem ini akan menghasilkan jenis penyakit, persentase nilai kemungkinan, dan solusi dari penyakit pada tanaman buah naga berdasarkan jawaban “ya” yang dari User. Langkah-langkah diagnosa yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

5.1.4.1 Tampilan Menu Halaman Utama

Menu Beranda merupakan halaman awal dari sistem yang didalamnya terdapat menu login, menu Tentang Saya, menu Tentang Situs, menu Bantuan dan menu Register. Tampilan menu beranda dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut :



Gambar 5.1 Tampilan Menu Beranda

5.1.4.2 Tampilan Menu Beranda

Menu beranda ini akan muncul ketika Petani melakukan registrasi atau pendaftaran kemudian melakukan *Login* ke dalam sistem. Menu ini berisi menu tentang situs, menu diagnosa, menu ubah data diri, menu hasil diagnosa dan menu logout. Tampilannya dapat dilihat pada gambar 5.2 berikut ini :



Gambar 5.2 Tampilan Menu beranda

5.1.4.3 Tampilan Menu Diagnosa

Untuk melakukan diagnosa terhadap tanaman buah naga, petani dapat mengklik menu Diagnosa, maka sistem akan menampilkan pertanyaan pertama untuk menentukan penyakit apa yang diderita oleh tanaman buah naga. Petani dapat menjawab pertanyaan tersebut dengan memilih “Ya” atau “Tidak” sesuai dengan gejala yang dialami oleh tanaman buah naganya. Hasil akhir dari proses ini berupa berupa diagnosa penyakit yang diderita serta solusi penanganan awal penyakit tersebut. Tampilannya dapat dilihat pada gambar 5.3 berikut ini :



Gambar 5.3 Tampilan Menu diagnosa pertanyaan pertama

Jika petani menjawab “Ya”, maka akan muncul pertanyaan selanjutnya. Tampilannya adalah sebagai berikut :



Gambar 5.4 Tampilan menu diagnosa pertanyaan ke-dua

Jika petani menjawab “Ya”, maka akan muncul pertanyaan berikutnya seperti yang terlihat pada gambar berikut ini :



Gambar 5.5 Tampilan menu diagnosa pertanyaan ke-tiga

Jika petani menjawab “Ya”, maka akan muncul pertanyaan berikutnya yaitu sebagai berikut :



Gambar 5.6 Tampilan Menu Diagnosa pertanyaan ke-empat



Gambar 5.7 Tampilan Menu Diagnosa pertanyaan ke-lima



Gambar 5.8 Tampilan Menu Diagnosa pertanyaan ke-enam

Jika petani menjawab “Tidak”, maka akan muncul pertanyaan berikutnya yaitu :



Gambar 5.9 Tampilan Menu Diagnosa pertanyaan ke-tujuh

Setelah pertanyaan ke-tujuh, maka akan tampil halaman jawaban yang berisi penyakit yang menyerang tanaman buah naga berdasarkan gejala-gejala yang telah dipilih oleh petani dengan jawaban “Ya”. Tampilan halaman jawaban dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5.10 Tampilan Menu Diagnosa pertanyaan ke-delapan

Penjelasan tentang implementasi selanjutnya dapat dilihat pada lampiran D.

5.2 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk menjamin aplikasi yang dibuat sesuai dengan hasil analisa dan rancangan serta bebas dari kesalahan (*error*).

5.2.1 Lingkungan Pengujian Sistem

Lingkungan pengujian sistem adalah lingkungan dimana dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun. Lingkungan pengujian sistem meliputi perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). Berikut adalah spesifikasi dari lingkungan pengujian sistem tersebut :

1. Perangkat keras (*Hardware*)

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut :

- d. *Processor* : Intel Core i3
- e. *Memory* : 2 GB
- f. *Hardisk* : 500 GB

2. Perangkat Lunak (*Software*)

- e. Sistem Operasi : *Windows XP Proffesional*
- f. Bahasa Pemrograman : PHP
- g. *Database* : MySQL
- h. *Browser* : *Google Chrome*

5.2.2 Deskripsi dan Hasil Pengujian

Pengujian pada sistem ini menggunakan tiga cara, yaitu :

1. Menggunakan *Black Box* , dilakukan untuk mengetahui apakah keluaran yang dihasilkan sistem sesuai dengan yang diharapkan.

2. Menggunakan *User Acceptance Test*, dilakukan dengan membuat kuisioner yang berisi pertanyaan seputar sistem yang dibangun.
3. Menggunakan Teknik *Sampling* dari hasil diagnosa, dilakukan dengan cara menguji hasil keluaran sistem dengan hasil analisa ahli.

5.2.2.1 Pengujian Dengan *Blackbox*

Pengujian menggunakan *blackbox* dilakukan untuk menguji apakah keluaran yang dihasilkan oleh sistem sudah sesuai dengan yang diharapkan. Terdapat beberapa butir pengujian dengan menggunakan *blackbox*, yaitu :

5.2.2.1.1 Pengujian Modul *Login*

Tabel 5.1 Pengujian modul *Login*

Deskripsi	Prosedur Pengujian	Masukan	Keluaran yang diharapkan	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian proses login Admin dan login user	1.Masukkan <i>username</i> dan <i>password</i>	1.Data <i>username</i> dan <i>password</i> benar	Tampil halaman beranda dan tidak ada pesan <i>error</i>	Tampil halaman dan tidak ada pesan <i>error</i>	Diterima
	2.Klik Menu <i>Login</i>	2.Data <i>Username</i> benar dan <i>password</i> Salah	Muncul pesan " <i>password</i> Anda salah"	Muncul pesan " <i>password</i> Anda salah"	Diterima
	3.Tampil halaman beranda				

		3.Data <i>Username</i> dan <i>Password</i> Salah	Muncul pesan ” <i>Username</i> dan <i>password</i> Anda Salah”	Muncul pesan “ <i>Username</i> dan <i>Password</i> Anda salah”	Diterima
		4.Data <i>Username</i> kosong dan <i>password</i> benar	Muncul pesan “Masukkan <i>Username</i> Anda”	Muncul pesan “Masukkan <i>Username</i> Anda”	Diterima
		5.Data <i>Username</i> benar dan <i>Password</i> kosong	Muncul pesan “Silakan isi Password Anda”	Muncul pesan “Silakan isi Password Anda”	Diterima
		6. <i>Username</i> dan <i>Password</i> kosong	Muncul pesan “Silakan masukkan <i>username</i> dan <i>Password</i> Anda”	Muncul pesan “Silakan masukkan <i>username</i> dan <i>Password</i> Anda”	

5.2.2.1.2 Pengujian Modul Diagnosa

Tabel 5.2 Pengujian Modul Diagnosa

Deskripsi	Prosedur pengujian	Masukan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	kesimpulan
Pengujian proses diagnosa (setelah <i>user login</i> kesistem)	1.Tampil data gejala 2.Pilih gejala sesuai dengan yang terlihat pada tanaman buah naga 3.Tampil hasil diagnosa	Pilihan data gejala yang menyerang tanaman buah naga	Data berhasil diproses, tampil halaman hasil akhir diagnosa dan tidak ada pesan <i>error</i> .	Yang ditampilkan dilayar sesuai dengan yang diharapkan.	Data berhasil diproses, tampil halaman hasil akhir diagnosa dan tidak ada pesan <i>error</i> .	Diterima

Untuk hasil pengujian selanjutnya dapat dilihat pada lampiran E.

5.2.2.2 User Acceptance Test

Pengujian dengan menggunakan *User Acceptance Test* adalah pengujian yang dilakukan dengan membuat kuisioner yang berisi pertanyaan seputar sistem yang

telah dibangun. Kuisisioner disebarikan kepada beberapa orang responden yaitu dari seorang pakar dan empat orang petani (Lampiran F).

Rekap jawaban dari kuisisioner yang telah disebar adalah sebagai berikut :

Tabel 5.3 Jawaban hasil pengujian kuisisioner pakar

No	Pertanyaan	Jumlah Jawaban Responden	
		Ya	Tidak
1.	Apakah sebelumnya Anda pernah menjumpai atau menjalankan sistem yang menyerupai sistem pakar untuk diagnosa penyakit tanaman buah naga?	0	1
2.	Menurut Anda, apakah sistem ini mudah digunakan?	1	0
3.	Pada saat sistem ini dijalankan, apakah ada kesalahan atau <i>error</i> pada salah satu menu yang tersedia?	0	1
4.	Apakah ada kesulitan dalam penggunaan navigasi atau menu-menu yang disediakan dalam sistem pakar ini?	1	0
5.	Dari segi isi, apakah informasi yang diberikan sistem pakar ini sudah lengkap?	1	0
6.	Menurut anda, apakah diagnosa penyakit tanaman buah naga menggunakan sistem pakar ini sudah benar?	1	0
7.	Menurut Anda, apakah sistem ini telah mewakili pakar dalam mendiagnosa penyakit tanaman buah naga?	1	0
8.	Apakah sistem ini dapat membantu pakar dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman buah naga?	1	0

Untuk jawaban dari pakar dapat disimpulkan :

- a. Persentase jawaban yang diharapkan : $7/8 * 100 \% = 87.5 \%$

- b. Persentase jawaban yang tidak sesuai dengan yang diharapkan = $1/9 * 100\%$
 = 11.11%

Tabel 5.4 Jawaban hasil pengujian kuisioner Petani

No	Pertanyaan	Jumlah Jawaban Responden	
		Ya	Tidak
1.	Apakah sebelumnya Anda pernah menjumpai atau menjalankan sistem yang menyerupai sistem pakar untuk diagnosa penyakit tanaman buah naga?	0	4
2.	Menurut Anda, apakah sistem ini mudah digunakan?	4	0
3.	Pada saat sistem ini dijalankan, apakah ada kesalahan atau <i>error</i> pada salah satu menu yang tersedia?	0	4
4.	Apakah ada kesulitan dalam penggunaan navigasi atau menu-menu yang disediakan dalam sistem pakar ini?	1	3
5.	Dari segi isi, menurut Anda apakah sistem pakar ini telah memberikan informasi yang lengkap?	3	1
6.	Apakah sistem pakar ini dapat membantu Anda dalam mendapatkan informasi mengenai penyakit pada tanaman buah naga?	4	0
7.	Menurut Anda, apakah sistem ini dapat membantu petani dalam mendiagnosa penyakit tanaman buah naga?	4	0
8.	Menurut Anda, apakah sistem ini telah mewakili pakar dalam mendiagnosa penyakit tanaman buah naga?	4	0

Tiap jawaban dari petani diberi bobot 0.25 maka dapat disimpulkan bahwa :

- a. Persentase jawaban yang diharapkan = $7.5/8 * 100\% = 93.75\%$

- b. Persentase jawaban yang tidak sesuai dengan yang diharapkan = $0.5/8 * 100\% = \% = 6.25 \%$

Dari hasil kuisioner yang telah disebarkan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Semua responden belum pernah menjumpai atau menjalankan sistem yang menyerupai sistem pakar ini dengan persentase hasil jawaban responden sebesar 100% (pertanyaan kuisioner nomor 1 Tabel 5.3 dan 5.4).
2. Sistem pakar ini mudah digunakan (*user friendly*) dengan persentase hasil jawaban pakar sebesar 66.67% dan persentase jawaban petani sebesar 91.67% (pertanyaan kuisioner nomor 2, 3 & 4 Tabel 5.3 dan 5.4).
3. Informasi yang diberikan oleh sistem pakar ini sudah lengkap, dengan persentase hasil jawaban pakar sebesar 100% dan persentase jawaban petani sebesar 75% (pertanyaan kuisioner nomor 5 Tabel 5.3 dan 5.4).
4. Sistem pakar ini sudah dapat mendiagnosa penyakit pada tanaman buah naga dengan benar dan memberikan solusi untuk pengendalian penyakit tersebut, dengan persentase hasil jawaban pakar sebesar 100% dan persentase jawaban petani sebesar 100% (pertanyaan kuisioner nomor 6 Tabel 5.3 dan 5.4).
5. Sistem pakar ini dapat membantu dan mewakili pakar untuk mendiagnosa penyakit tanaman buah naga dengan persentase hasil jawaban pakar sebesar 100%, dan persentase jawaban petani 100% (pertanyaan kuisioner nomor 7 & 8 Tabel 5.3 dan Tabel 5.4).

5.2.2.2 Teknik *Sampling* dari hasil diagnosa

Dari seluruh kemungkinan hasil jawaban yang ada diambil 10 sampel untuk menguji keakuratan hasil diagnosa sistem dengan hasil diagnosa pakar. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5.5 Hasil diagnosa sistem dan pakar

No	Gejala	Hasil		Kesimpulan
		Sistem	Pakar	
1.	1.Kondisi tanah terlalu lembab 2. Busuk basah	BPB,UR	UR	Tidak sama
2.	1. Kondisi tanah terlalu lembab 2. Busuk basah 3. Tanaman layu	BPB,UR	BPB	Tidak sama
3.	1. Kondisi tanah terlalu lembab 2. Busuk basah 3. Tanaman layu 4. Batang busuk berlendir kekuningan	BPB,UR	BPB	Tidak sama
4.	1. Kondisi tanah terlalu lembab 2. Busuk basah 3. Tanaman layu 4. Batang busuk berlendir kekuningan 5. Batang busuk berwarna kecoklatan	UR	UR	Sama
5.	1. Kondisi tanah terlalu lembab 2. Batang busuk disemua sisi 3. Tanaman terlihat kusam	BB	BB	Sama
6.	1. Kondisi tanah terlalu lembab 2. Busuk basah 3. Tanaman layu 4. Batang busuk berlendir kekuningan 5. Pangkal batang yang berbatasan dengan tanah membusuk	BPB	BPB	Sama
7.	1.Buah gugur sebelum matang 2. Busuk pada bagian yang tidak terpapar cahaya matahari 3. Buah kerdil	ANT	ANT	Sama
8.	1. Ujung cabang produktif membusuk 2. Busuk kering 3. Ujung cabang produktif berkerut	FS	FS	Sama
9.	1. Bunga gugur sebelum menjadi			

	putik 2. Bunga tidak merekah 3. Terdapat bintik-bintik putih atau coklat pada bunga	SL	SL	Sama
10.	1. Kondisi tanah terlalu lembab 2. Busuk basah 3. Tanaman layu 4. Batang busuk berlendir kekuningan 5. Batang busuk berwarna kecoklatan 6. Akar tanaman membusuk 7. Pertumbuhan tanaman terhambat	UR	UR	Sama

Keterangan :

ANT : Antraknosa

FS : Fusarium

BB : Busuk Bakteri

SL : Solenopsis

BPB : Busuk Pangkal Batang

UR : Uret

Dari tabel 5.6 dapat dilihat bahwa 7 dari 10 (70%) hasil diagnosa sistem dinyatakan sama dengan hasil diagnosa pakar, sedangkan 3 dari 10 (30%) hasil diagnosa sistem tidak sama dengan hasil diagnosa pakar. Hal ini disebabkan sistem melakukan diagnosa dengan cara menghitung nilai probabilitas densitas yang dimiliki masing-masing gejala. Semakin banyak gejala yang dipilih pengguna maka semakin besar kemungkinan diagnosa sistem sama dengan diagnosa pakar.

5.2.3 Kesimpulan Pengujian

Dari pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengujian berdasarkan *Black box* memberikan hasil keluaran sistem sesuai dengan yang diharapkan, yaitu dapat memberikan hasil diagnosa penyakit

pada tanaman buah naga beserta solusi, dan menu-menu yang ada dapat berfungsi dengan baik.

2. Pengujian berdasarkan kuisioner, dari segi tampilan dan informasi yang diberikan dapat disimpulkan bahwa sistem ini sudah dikatakan layak digunakan untuk mendiagnosa penyakit tanaman buah naga.
3. Berdasarkan pengujian teknik *Sampling* dari hasil diagnosa dapat disimpulkan bahwa 70% hasil diagnosa sistem sama dengan hasil diagnosa pakar. (Lihat Tabel 5.5).

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Setelah melalui tahap pengujian pada sistem pakar diagnosa penyakit buah naga menggunakan metode *Dempster-Shafer*, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah berhasil dibangun sebuah sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman buah naga beserta solusi atau cara penanggulangan penyakit tersebut.
2. Berdasarkan pengujian menggunakan *blackbox*, kuisisioner dan teknik *sampling* dari hasil diagnosa yang telah dilakukan maka diperoleh hasil pengujian bahwa secara metodologi teori probabilitas Dempster-Shafer telah berhasil diterapkan dalam sistem pakar ini dengan perhitungan berdasarkan nilai probabilitas densitas yang dimiliki setiap gejala. Namun keakuratan hasil diagnosa sistem dengan hasil diagnosa pakar belum bisa mencapai 100%.
3. Sistem ini dapat membantu pakar dalam mendiagnosa penyakit tanaman buah naga dengan cara menggantikan pakar dalam melakukan diagnosa saat pakar tidak ada ditempat.
4. Sistem dapat membantu petani dalam mendiagnosa penyakit yang menyerang tanaman buah naga dan mendapatkan solusi penanganannya tanpa harus bertemu langsung dengan pakar.

6.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan penulis untuk pengembangan sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Adanya pengembangan ruang lingkup sistem lebih lanjut, misalnya dengan menambahkan hasil pemeriksaan laboratorium.
2. Pengetahuan sistem pakar ini kiranya dapat semakin diperkaya dengan visualisasi gejala.
3. Sistem ini dapat dikembangkan lagi dengan menggunakan metode lain untuk mengatasi ketidakpastian dan sebagai perbandingan dalam membuat sebuah keputusan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arhami, Muhammad. *Konsep Dasar Sistem Pakar*. Yogyakarta : Andi, 2004.
- Ariessandi, M.Untung. *The Implementation Of Dempster-Shafer Algorithm In It Manufacturing For Simulation Modelling Course*. Yogyakarta : Universitas Gunadarma, 2006.
- Dahria, Muhammad. Dkk. *Sistem Pakar Metode Dempster-Shafer Untuk Menentukan Jenis Gangguan Perkembangan Pada Anak* . Medan : STEMIK Trigunadharma, 2013.
- Hartati, Sri., dan Sari Iswanti. *Sistem Pakar dan Pengembangannya*. Yogyakarta : Graha Ilmu, 2008.
- Jannah, Misbahhul. *Perancangan Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Pada Lambung Menggunakan Metode Dempster Shafer*. Medan : Universitas Sumatera Utara, 2011.
- Kristanto, Daniel. *Buah Naga Pembudidayaan di Pot dan Kebun*. Depok : Penebar Swadaya, 2008.
- Kusumadewi, Sri. *Artificial Intelegence*. Bandung : Graha Ilmu, 2003.
- Meylianti, Lita. *Penggunaan Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Ginjal Dengan Metode Dempster-Shafer*. Perpustakaan Universitas Indonesia, 2012.
- Soetopo, Gun. *Teknologi Budidaya Buah Naga Berbasis Kawasan Untuk Peningkatan Daya Saing*. Yogyakarta : Sabila, 2011.

Sulistiyohati, Aprilia. Taufik Hidayat. *Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ginjal Dengan Metode Dempster-Shafer*. Yogyakarta: Teknik Informatika. Universitas Islam Indonesia, 2008

Suyoto. *Intelegensi Buatan*. Yogyakarta : Gava Media, 2004.

Turban, Efraim. Dkk. *Decision Support System and Intelagent System Jilid 2*. Yogyakarta : Andi, 2004.

Anonim, 2008. *Jenis Penyakit Tanaman*. [Online] Available <http://www.duniatanaman.com>, 14 Juli 2012 pukul 11.24 WIB.

Anonim, 2009. *Penyakit Tanaman Buah Naga*. [Online] Available <http://www.buahnaga.us> , 14 Juli 2012 pukul 13.20 WIB.

Anonim, 2011. *Penyakit Tanaman Buah Naga Di Sumatera Barat*. [Online] <http://www.balitbu.litbang.deptan.go.id>. Diakses pada tanggal 15 Juli 2012 pukul 22.43 WIB.