

**APLIKASI SISTEM PAKAR UNTUK DIAGNOSA HAMA DAN
PENYAKIT TANAMAN KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN
NAIVE BAYES**

(STUDY KASUS : PT. Perkebunan Nusantara V)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada

Jurusan Teknik Informatika

oleh :

KHAIRIL MUSTAQIM

10651004303



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM**

RIAU

PEKANBARU

2013

APLIKASI SISTEM PAKAR UNTUK DIAGNOSA HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN NAIVE BAYES

(STUDY KASUS : PT. Perkebunan Nusantara V)

KHAIRIL MUSTAQIM
10651004303

Tanggal Sidang : 14 Juni 2013

Periode Wisuda : November 2013

Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

ABSTRAK

Minimnya pengetahuan petani tentang hama penyakit tanaman kelapa sawit berakibat kurangnya hasil panen dari tanaman tersebut. Akibatnya banyak petani yang menebang pohon sebagai upaya memberantas hama penyakit. Pada penelitian ini dibangun sebuah sistem pakar untuk mendiagnosa hama penyakit tanaman kelapa sawit dengan cara memberikan kesimpulan tentang jenis hama penyakit yang diderita, nilai probabilitasnya dan bagaimana cara pemberantasannya guna menentukan nilai probabilitas setiap gejala digunakan metode *Naïve Bayes* dengan mengalikan probabilitas semua gejala untuk setiap hama penyakit, kemudian mengalikan dengan probabilitas setiap hama, maka akan diperoleh nilai probabilitas maksimum setiap hama penyakit. Dalam implementasinya digunakan VB.Net dan *database* Ms. Access 2007. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa sistem ini 90% mampu mendiagnosa hama penyakit tanaman kelapa sawit berdasarkan metode *Naïve Bayes*.

Kata Kunci : *Forward Chaining*, Hama Penyakit Kelapa Sawit, *Naïve Bayes*, Sistem Pakar

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 selaku dosen pembimbing tugas akhir. Terima kasih atas dukungan, ilmu serta semangat yang Ibu berikan dalam membimbing saya mengerjakan Tugas Akhir ini.
4. 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.

5. Ibu Fitri Wulandari, S.Si, M.Kom Selaku dosen penguji 1 yang telah banyak memberi masukan, ilmu dan motivasi untuk penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Bapak Syafrizal ST, M.Cs Selaku dosen penguji 2 yang telah banyak memberi masukan, ilmu dan motivasi untuk penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Terimakasih yang sangat tidak terhingga kepada Orang Tua saya, Ayah dan Ibu. Terimakasih atas do'a dan semua yang Ayah dan Ibu berikan selama ini.
8. Terimakasih untuk abang-abang dan kakak-kakak saya, Zul Irinto, Yelly Hesnetty, Riswarni, Elhafizah, Nailil Husnah, Adikku Ikhwan Islami, Adikku Almaratussholihah. Terimakasih atas dukungan moril maupun materilnya. Dan tidak lupa pula kepada seluruh keponakanku yang terinta.
9. Terimakasih kepada Yeni Mandala, S.Farm, Apt. yang telah banyak memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini
10. Terima kasih kepada teman-teman TIF A angkatan 06 yang selalu memberi senyum dan semangat yang luar biasa.
11. Teman-teman di kost, Slamet, Candra, Aidil, Ocu Irul, Jomi, Roni, dan mas pendi. Nama kost yang indah untuk selalu diingat ☺.
12. Dan terakhir, terimakasih pula saya ucapkan untuk Almamater Teknik Informatika UIN Sultan Syarif Kasim Riau serta pihak-pihak lain yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Terimakasih banyak atas bantuan dan dukungannya yang berharga.

Akhirnya, saya menyadari dalam penulisan laporan ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat saya harapkan untuk kemajuan saya secara pribadi. Terimakasih.

Pekanbaru, 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBARAN PERSETUJUAN.....	ii
LEMBARAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBARAN HAK ATAS KELAYAKAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBARAN PERNYATAAN	v
LEMBARAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
DAFTAR ISTILAH	xviii
DAFTAR SIMBOL.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Batasan Masalah.....	I-2
1.4 Tujuan	I-3
1.5 Sistematika Penulisan	I-3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Sistem Pakar.....	II-1
2.1.1 Defenisi Sistem Pakar	II-1
2.1.2 Komponen Sistem Pakar	II-3
2.1.2.1 Antar Muka Pengguna (<i>user interface</i>).....	II-3
2.1.2.2 Basis Pengetahuan.....	II-3

2.1.2.3 Akuisisi Pengetahuan	II-4
2.1.2.4 Mesin Inferensi.....	II-4
2.1.2.5 Blackboard	II-5
2.1.2.6 Fasilitas Penjelasan	II-5
2.1.2.7 Perbaikan Pengetahuan	II-6
2.2 <i>Naïve Bayes</i>	II-6
2.2.1 Probabilitas dan Teorema Bayes.....	II-6
2.2.2 Deskripsi Algoritma	II-8
2.2.3 Keoptimalan <i>Naïve Bayes</i>	II-9
2.2.4 Perhitungan Metode <i>Naïve Bayes</i>	II-10
2.3 Tanaman Kelapa Sawit	II-11
2.3.1 Defenisi Hama.....	II-12
2.3.2 Defeni Penyakit.....	II-15

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data	III-2
3.2 Analisa	III-2
3.2.1 Analisa Basis Pengetahuan	III-3
3.2.2 Analisa Representasi Pengetahuan.....	III-3
3.2.3 Metode Inferensi	III-3
3.2.4 Analisa <i>Naïve Bayes</i>	III-3
3.2.5 Analisa Data	III-3
3.2.6 Analisa Fungsional	III-3
3.3 Perancangan Perangkat Lunak	III-4
3.3.1 Perancangan Basis Data	III-4
3.3.2 Perancangan Struktur Menu	III-4
3.3.3 Perancangan Antar Muka (<i>Interface</i>).....	III-4
3.3.4 Perancangan <i>Pseudocode</i>	III-4
3.4 Implementasi	III-4
3.5 Pengujian.....	III-5
3.6 Kesimpulan dan Saran.....	III-6

BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN

4.1 Analisa Sistem.....	IV-1
4.1.1 Analisis Basis Pengetahuan	IV-1
4.1.2 Akuisisi Pengetahuan	IV-10
4.1.3 Mesin Inferensi.....	IV-12
4.1.4 Analisa <i>Naïve Bayes</i>	IV-15
4.1.5 Analisa Fungsional.....	IV-17
4.1.5.1 <i>Flowchart</i>	IV-17
4.1.5.2 Diagram Context (<i>Context Diagram</i>)	IV-21
4.1.5.3 DFD (<i>Data Flow Diagram</i>)	IV-21
4.1.5.4 Analisa Data Sistem	IV-24
4.2 Perancangan Sistem	IV-24
4.2.1 Perancangan Basis Data	IV-25
4.2.2 Perancangan Struktur Menu	IV-26
4.2.3 Perancangan Antar Muka.....	IV-27
4.2.3.1 Rancangan Menu Utama.....	IV-27
4.2.3.2 Rancangan Menu Diagnosa	IV-28
4.3 Perancangan <i>Pseudocode</i>	IV-29
4.3.1 <i>Decision Tree</i>	IV-29
4.3.2 Proses Diagnosa Penyakit	IV-35

BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

5.1 Implementasi	V-1
5.1.1 Batasan Implementasi	V-1
5.1.2 Lingkungan Implementasi.....	V-1
5.1.3 Analisis Hasil	V-2
5.1.4 Implementasi Model Persoalan	V-2
5.1.4.1 Tampilan Menu Utama	V-2
5.1.4.2 Tampilan Menu Diagnosa Penyakit.....	V-3
5.1.4.3 Tampilan Data Hama Penyakit	V-4
5.1.4.4 Tampilan Pengelolaan Data Gejala.....	V-4

5.1.4.5 Tampilan Pengelolaan Gejala Hama Penyakit	V-5
5.2 Pengujian Sistem	V-6
5.2.1 Lingkungan Pengujian Sistem.....	V-6
5.2.2 Perangkat Lunak Pengujian.....	V-6
5.2.3 Perangkat Keras Pengujian	V-6
5.2.4 Pngujian <i>Black Box</i>	V-6
5.2.4.1 Modul Pengujian Mendiagnosa Hama Penyakit	V-6
5.2.4.2 Modul Pengujian Tampil Hama Penyakit dan Tingkat Keyakinannya	V-7
5.2.5 Pengujian <i>User Acceptence Test</i>	V-26
5.2.5.1 <i>User</i> (Pengguna) Biasa	V-26
5.2.5.2 Pakar (Ahli).....	V-27
5.2.6 Pengujian Pakar.....	V-28
5.2.7 Kesimpulan Pengujian	V-31
BAB VI PENUTUP	
6.1 Kesimpulan	VI-1
6.2 Saran.....	VI-2
DAFTAR PUSTAKA	xxi
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konsultasi terhadap seseorang yang memiliki *expertise* dibidang tertentu dalam menyelesaikan suatu permasalahan merupakan pilihan tepat guna mendapatkan jawaban, saran, solusi, keputusan atau kesimpulan terbaik. Jawaban seorang *expert* atas sebuah konsultasi tentunya sangat dapat dipercaya atau dipertanggung jawabkan serta dapat berpengaruh terhadap mutu serta kualitas hasil dari suatu permasalahan, ini dikarenakan seorang *expert* selalu menguasai terhadap bidang yang ditekuninya berdasarkan keilmuan dan pengalamannya.

Besarnya manfaat dari kelapa sawit baik bagi negara, pihak swasta, maupun rakyat yang mengharapkan pertumbuhan dan produktivitas kelapa sawit meningkat terus-menerus sehingga faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas kelapa sawit harus diperhatikan. Salah satu faktor yang dapat mengurangi pertumbuhan dan produktivitas kelapa sawit adalah adanya hama dan penyakit tanaman kelapa sawit.

Pendiagnosaan terhadap hama dan penyakit pada tanaman kelapa sawit memang harus dilakukan secepat dan seakurat mungkin, dikarenakan hama dan penyakit pada tanaman tersebut dapat dengan cepat menyebar serta menyerang keseluruhan lahan kelapa sawit. (Utomo, 2005) Dalam hal ini peran seorang *expert* sangat diandalkan untuk mendiagonosa dan menentukan jenis hama dan penyakit serta memberikan contoh cara penanggulangan guna mendapatkan solusi terbaik. Demikian pula jika ditemukan adanya jenis hama dan penyakit baru pada tanaman tersebut, maka seorang *expert* harus melakukan penelitian guna mendapatkan keterangan-keterangan dari hama atau penyakit baru tersebut dan secepat mungkin memberikan sosialisasi kepada para petani atau kelompok tani mengenai jenis hama dan penyakit baru tersebut beserta cara penanganannya.

Namun demikian, keterbatasan yang dimiliki seorang *expert* terkadang menjadi kendala bagi para petani yang akan melakukan konsultasi guna menyelesaikan suatu permasalahan untuk mendapatkan solusi terbaik. Dalam hal ini sistem pakar dihadirkan sebagai alternatif kedua dalam memecahkan permasalahan setelah seorang *expert*.

Pengimplementasian menggunakan *Naïve Bayes Bayes* pada sebuah sistem pakar juga sudah pernah digunakan oleh Nirmala Mahaning dalam kasus untuk menentukan makanan diet sehat pada penyakit jantung berdasarkan golongan darah. Metode *Naïve Bayes* digunakan untuk menentukan nilai maksimum dari setiap hama penyakit.

Sistem ini nantinya akan memiliki kelebihan dalam hal mudah digunakan sehingga masalah yang ada saat ini dapat dipecahkan. Untuk itu penulis ingin menyetengahkan suatu rancangan guna mengatasi permasalahan yang ada dengan membuat tugas akhir dengan judul “**Aplikasi Sistem Pakar Untuk Diagnosa Hama Penyakit Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Metode Naïve Bayes**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat diambil suatu rumusan masalah yaitu bagaimana membangun suatu sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit tanaman beserta saran pengendaliannya pada tanaman Kelapa Sawit dengan menerapkan metode *Naive Bayes*.

1.3 Batasan Masalah

Masalah yang ditimbulkan suatu penyakit sangat luas dan beragam karena banyak sekali faktor-faktor luar dan dalam yang mempengaruhinya, agar pembahasan dalam skripsi ini lebih terarah maka dilakukan pembatasan-pembatasan seperti tersebut di bawah ini:

1. Studi kasus dilakukan di PT. Perkebunan Nusantara V.
2. Sistem ini hanya menentukan 43 gejala dan 18 penyakit

3. *Inferensi* system pakar yang digunakan adalah runut maju (*forward Chaining*) sebagai metode penelusuran dan dengan metode *Naive Bayes* sebagai metode untuk menghitung nilai probabilitas atas gejala yang dialami tanaman kelapa sawit.

1.4 Tujuan

Tujuan dari skripsi ini adalah untuk merancang suatu sistem pakar yang dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit tanaman kelapa sawit beserta pengendaliannya guna mengurangi resiko hama dan penyakit pada tanaman kelapa sawit.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini terdiri dari enam bab, dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan secara umum mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah dengan batasan-batasan masalah yang digunakan, tujuan penelitian, manfaat, metode penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi dasar-dasar teori kecerdasan buatan dan sistem pakar untuk melandasi pemecahan masalah serta teori-teori sehubungan dengan pertanian khususnya tanaman kelapa sawit yang digunakan dalam perancangan sistem pakar ini menggunakan metode *naive bayes*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini Berisikan tentang tahapan penelitian, tahapan pengumpulan data, kebutuhan sistem pakar pada hama tanaman kelapa sawit, perancangan perangkat lunak, implementasi, pengujian sistem dan analisa akhir.

BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN

Bab ini berisikan analisis terhadap diagnosis penyakit tanaman kelapa sawit, permasalahan dan kebutuhan, serta pemodelan sistem dalam merancang program aplikasi tersebut.

BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Berisi bentuk perancangan basis pengetahuan dan perancangan antarmuka serta bentuk perancangan sistem yang digunakan dalam penyusunan fungsi dan prosedur yang membangun program serta tampilan program aplikasi.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan-kesimpulan penulis dari penelitian yang dilakukan serta saran-saran untuk pengembangan aplikasi lebih lanjut.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Pakar

2.1.1 Definisi Sistem Pakar

Sistem pakar pertama kali dikembangkan oleh komunitas AI pada pertengahan tahun 1960. Sistem pakar yang muncul pertama kali adalah *General Purpose Problem Solver* (GPS) yang dikembangkan oleh Newel & Simon (Turban,1995).

Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli. Sistem pakar memiliki banyak definisi, tetapi pada dasarnya sistem pakar diterapkan untuk mendukung aktivitas pemecahan masalah.

Secara umum, sistem pakar (*expert system*) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. Ada beberapa definisi tentang sistem pakar, diantaranya :

- a. Menurut Durkin : Sistem pakar adalah suatu program komputer yang dirancang untuk memodelkan kemampuan penyelesaian masalah yang dilakukan 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 Giarratano dan Riley : Sistem pakar adalah suatu sistem komputer yang bisa menyamai atau meniru kemampuan seorang pakar .
- d. Menurut Turban : Sistem pakar (*expert system*) adalah paket perangkat lunak pengambilan keputusan atau pemecahan masalah yang dapat mencapai tingkat

performa yang setara atau bahkan lebih dengan pakar manusia di beberapa bidang khusus dan biasanya mempersempit area masalah.

Sistem pakar pada penyakit tanaman kelapa sawit bagaimana perangkat lunak dapat memberi solusi dalam menangani hama dan penyakit tanaman kelapa sawit yang pengetahuannya setara atau bahkan atau lebih dari pakar manusia.

Ide dasar dari sistem pakar, teknologi kecerdasan buatan terapan adalah sederhana. Keahlian ditransfer dari pakar ke suatu komputer. *Knowledge* ini kemudian disimpan didalam komputer, dan pengguna menjalankan komputer untuk nasihat spesifik yang diperlukan. Sistem pakar menanyakan fakta-fakta dan dapat membuat inferensi hingga sampai pada kesimpulan khusus. Kemudian layaknya konsultan manusia, sistem pakar akan memberi nasihat kepada *nonexpert* dan menjelaskan, jika perlu logika dibalik nasihat yang diberikan.

Knowledge dalam sistem pakar mungkin saja seorang ahli, atau *knowledge* yang umumnya terdapat dalam buku, jurnal, website dan orang yang mempunyai pengetahuan tentang suatu bidang. Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli (Kusumadewi, 2003).

Sebuah sistem pakar harus memberikan suatu dialog dan setelah diberikan suatu jawaban, sistem pakar dapat memberikan nasehat atau solusi. Tujuan utama sistem pakar bukan untuk menggantikan kedudukan seorang ahli atau seorang pakar, tetapi untuk memasyarakatkan pengetahuan dan pengalaman pakar. Bagi para ahli atau pakar, sistem pakar ini juga dapat membantu aktivitasnya sebagai asisten yang sangat berpengalaman. Sistem pakar memungkinkan seseorang dapat meningkatkan produktifitas, memperbaiki kualitas keputusan dan bisa memecahkan masalah yang rumit, tanpa bergantung sepenuhnya pada seorang pakar.

Sistem pakar disusun oleh dua bagian utama, yaitu lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*) (Turban, 2001). Lingkungan pengembangan sistem

pakar digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam lingkungan sistem pakar, sedangkan lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna yang bukan pakar guna memperoleh pengetahuan pakar.

2.1.2 Komponen Sistem Pakar

2.1.2.1 Antar muka pengguna (*User Interface*)

User interface merupakan mekanisme yang digunakan untuk pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi. Antarmuka menerima informasi dari pemakai dan mengubahnya ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem. Selain itu antarmuka menerima informasi dari sistem dan menyajikannya dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pemakai.

Pada sistem pakar hama dan penyakit kelapa sawit ini yang menjadi input sistem data pribadi pengguna. Selanjutnya pengguna akan memilih gejala yang dialami yang telah disediakan oleh sistem. Sedangkan out put sistem adalah nama penyakit, gambar penyakit, dan cara menanggulangi hama dan penyakit tanaman kelapa sawit tersebut.

Menurut McLeod (1995), pada bagian ini terjadi dialog antara program dan pemakai, yang memungkinkan sistem pakar menerima instruksi dan informasi (input) dan pemakai juga memberikan informasi (output) kepada pemakai.

2.1.2.2 Basis pengetahuan

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan untuk pemahaman, formulasi, dan penyelesaian masalah. Komponen sistem pakar ini disusun atas dua elemen dasar, yaitu fakta dan aturan. Fakta merupakan informasi tentang obyek dalam area permasalahan tertentu, sedangkan aturan merupakan informasi tentang cara bagaimana memperoleh fakta baru dari fakta yang telah diketahui (Arhami, 2005).

Beberapa struktur basis pengetahuan pada sistem pakar ini adalah sebagai berikut:

1. Basis pengetahuan gejala hama dan penyakit.
2. Basis pengetahuan hama dan penyakit.
3. Basis pengetahuan gejala.
4. Basis pengetahuan nilai *naïve bayes*

2.1.2.3 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 (Arhami, 2005).

R1 : IF daun mengering THEN A1
R2 : IF A1 AND tidak menghasilkan buah THEN A2
R3 : IF A2 AND tandan bunga atau tombak tidak membuka THEN A3
R4 : IF A3 AND daun yang baru membuka tergulung THEN A4
R5 : IF A4 AND daun yang baru membuka tumbuh tegak THEN A5
R6 : IF A5 AND daun berwarna kuning THEN Nematoda

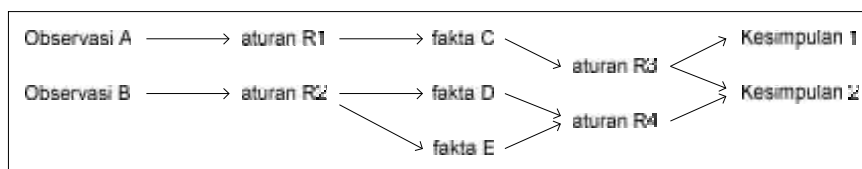
2.1.2.4 Mesin Inferensi

Komponen ini mengandung mekanisme 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 memformulasikan kesimpulan (Turban, 1995).

Ada dua metode inferensi dalam sistem pakar, yaitu (Kusrini, 2006):

1. *Forward Chaining*

Forward chaining adalah pendekatan yang dimotori data (*data driven*). Metode ini menggunakan himpunan aturan kondisi-aksi. Dalam metode ini, data digunakan untuk menentukan aturan mana yang akan dijalankan, kemudian aturan tersebut dijalankan. Pelacakan dimulai dari informasi masukan, dan selanjutnya mencoba menggambarkan kesimpulan. Gambar 2.2 menunjukkan proses *forward chaining*.



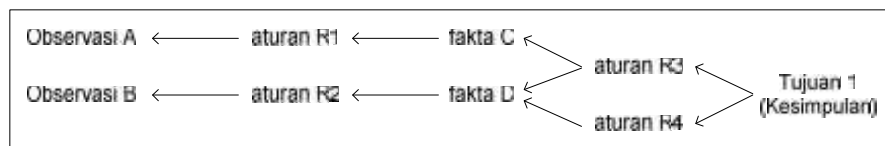
Gambar 2.1 Proses *Forward Chaining* (Sumber: Arhami, 2005)

Contoh :

- Gejala 1 : daun mengering, mendukung penyakit P1, P2, P4, P6, P10, P15, P17
- Gejala 2: daun berwarna kuning, mendukung penyakit P1, P7, P10, P11
- Gejala 3 : kerusakan pada pelepah, mendukung penyakit P9, P12, P13
- Gejala 4 : daun berlubang mendukung penyakit P3, P4, P6

2. *Backward Chaining*

Backward chaining adalah pendekatan yang dimotori tujuan (*goal driven*). Dalam metode ini, penalaran dimulai dengan tujuan merunut balik ke jalur yang akan mengarahkan ke tujuan tersebut. Pelacakan dimulai dari tujuan, selanjutnya dicari aturan yang memiliki tujuan tersebut untuk kesimpulannya. Gambar 2.3 menunjukkan proses *backward chaining*.



Gambar 2.2 Proses *Backward Chaining* (Sumber: Arhami, 2005)

2.1.2.5 Blackboard

Blackboard adalah area kerja memori yang disimpan sebagai database untuk deskripsi persoalan terbaru yang ditetapkan oleh data input, digunakan juga untuk perekaman hipotesis dan keputusan sementara. Tiga tipe keputusan dapat direkam dalam blackboard, yaitu :

- a. Rencana : bagaimana mengatasi persoalan
- b. Agenda : tindakan potensial sebelum eksekusi
- c. Solusi : hipotesis kandidat dan arahan alternatif yang telah dihasilkan sistem sampai saat ini.

2.1.2.6 Fasilitas Penjelasan

Fasilitas penjelasan untuk komponen tambahan yang akan meningkatkan kemampuan sistem pakar. Komponen ini menggambarkan penalaran system

kepada pemakai. Fasilitas penjelasan dapat menjelaskan perilaku sistem pakar dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut (Turban, 1995):

- a. Apa saja hama dan penyakit pada kelapa sawit?
- b. Apa saja gejala dari masing-masing hama dan penyakit?
- c. Bagaimana cara penanggulangan dari setiap hama dan penyakit?
- d. Berapa nilai pengaruh tiap gejala terhadap setiap hama dan penyakit dengan range antara 0-100%?

2.1.2.7 Perbaikan Pengetahuan

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

2.2 Naïve Bayes

2.2.1 Probabilitas dan Teorema Bayes

Probabilitas Bayes merupakan salah satu cara untuk mengatasi ketidakpastian data dengan menggunakan formula Bayes yang dinyatakan (Arhami, 2005):

$$P(H|E) = \frac{P(E|H).P(H)}{PE} \quad \dots(2.1)$$

Dimana

$P(H|E)$: probabilitas hipotesis H jika diberikan *evidence* E

$P(E|H)$: probabilitas munculnya *evidence* E jika diketahui hipotesis H

$P(H)$: probabilitas hipotesis H tanpa memandang *evidence* apapun

$P(E)$: probabilitas *evidence* E

Jika setelah dilakukan pengujian terhadap hipotesis, muncul satu atau lebih *evidence* atau observasi baru, maka (Kusumadewi, 2003):

$$p(H|E, e) = \frac{p(H|E)*p(e|E, H)}{p(e|E)} \quad \dots(2.2)$$

Dimana

e : *evidence* lama.

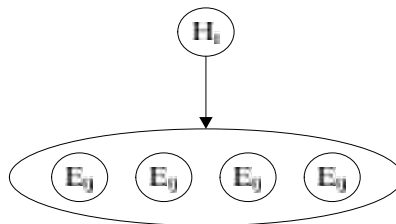
E : *evidence* atau observasi baru.

$p(H | E, e)$: probabilitas hipotesis H benar jika muncul *evidence* baru E dari *evidence* lama e .

$p(e | E, H)$: kaitan antara e dan E jika hipotesis H benar.

$P(e | E)$: kaitan antara e dan E tanpa memandang hipotesis apapun.

Rumus diatas menunjukkan adanya keterkaitan antara kejadian (*evidence*) yang satu dengan yang lain, dengan kata lain *evidence* pada teorema Bayes bersifat dependen. Kehadiran atau ketiadaan dari suatu kejadian tertentu dari suatu kelompok berhubungan dengan kehadiran atau ketiadaan dari kejadian lainnya, seperti yang diilustrasikan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Ilustrasi Teorema Bayes

Pada Gambar 2.4 di atas, H_i adalah variabel klasifikasi (hipotesis) dan E_{ij} adalah variabel atribut (*evidence*). Semua E_{ij} berada dalam satu lingkaran oval, menggambarkan keterkaitan antara *evidence* yang satu dengan *evidence* yang lain.

Pengklasifikasian menggunakan teorema Bayes membutuhkan waktu processor dan ukuran memori yang besar, karena kebutuhan untuk menghitung nilai probabilitas untuk tiap nilai dari perkalian kartesius untuk tiap nilai atribut (*evidence*) dan tiap nilai kelas (hipotesis). Data latih untuk teorema Bayes membutuhkan paling tidak perkalian kartesius dari seluruh kelompok atribut yang mungkin, jika misalkan ada 16 atribut yang masing-masingnya berjenis Boolean tanpa *missing value*, maka data latih minimal yang dibutuhkan oleh teorema Bayes untuk digunakan dalam klasifikasi adalah $2^{16} = 65.536$ data (Shadiq, 2009).

Sehingga ada empat masalah yang dihadapi untuk menggunakan teorema Bayes dalam pengklasifikasian, yaitu (Shadiq, 2009):

1. Kebanyakan data latih tidak memiliki varian klasifikasi sebanyak itu (oleh karenanya sering diambil sampel)
2. Atribut dalam data sampel dapat berjumlah lebih banyak (lebih dari 16)
3. Jenis nilai atribut dapat berjumlah lebih banyak (lebih dari 2 – Boolean) terlebih lagi untuk jenis nilai atribut yang bersifat numerik dan kontiniu.
4. Jika suatu data X tidak ada dalam data latih, maka data X tidak dapat diklasifikasikan, karena peluang untuk data X diklasifikasikan ke dalam suatu kelas adalah sama untuk tiap kelas yang ada.

Berdasarkan penjelasan diatas, algoritma Naïve Bayesian mampu mendefenisikan suatu jenis penyakit berdasarkan gejala-gejala yang terdapat pada tanaman kelapa sawit. Dari algoritma Naïve Bayesian seperti di atas maka dicari nilai maksimum dari prnyakit. Selanjutnya sistem secara otomatis menampilkan jenis hama dan penyakit yang mempunyai nilai probabilitas terbesar. Secara sederhana dapat dikatakan algoritma Naïve Bayesian mampu mendiagnosa hama dan penyakit pada tanaman kelapa sawit. Implementasi sistem dengan metode algoritma Naïve Bayesian mampu mendiagnosa hama dan penyakit tanaman kelapa sawit.

2.2.2 Deskripsi Algoritma

Gambarkan $P(i/x)$ sebagai kemungkinan suatu objek dengan vektor pengukuran $x = (x_1, \dots, x_p)$ kepunyaan kelas i , $f(x|i)$ sebagai distribusi bersyarat dari x untuk objek kelas i , $P(i)$ sebagai kemungkinan suatu objek akan menjadi kepunyaan kelas i jika tidak diketahui apapun lebih lanjut tentang objek tersebut (kemungkinan "prior" kelas i), dan $f(x)$ sebagai distribusi campuran keseluruhan dari dua kelas: $f(x) = f(x|0)P(0) + f(x|1)P(1)$

Suatu aplikasi sederhana dari teorema Bayes menghasilkan $P(i|x) = f(x|i)P(i) / f(x)$, dan untuk memperoleh suatu perkiraan $P(i|x)$ ini, kita harus memperkirakan masing-masing $P(i)$ dan masing-masing $f(x|i)$

Inti metode Naïve Bayes terletak pada metode untuk memperkirakan $f(x|i)$. Metode Naïve Bayes mengasumsikan bahwa komponen dari x adalah independen dalam setiap kelas, sehingga $f(x|i) = \prod_{j=1}^p f(x_j|i)$ — karena itu metode ini disebut juga “*independence Bayes*”. Setiap distribusi marginal univariat, $f(x_j|i)$, $j = 1, \dots, p$; $i = 0, 1$, diperkirakan secara terpisah. Dengan cara ini, masalah perkiraan multivariat p direduksi menjadi masalah perkiraan univariat p . Perkiraan univariat ini sederhana dan membutuhkan ukuran set pelatihan yang lebih kecil untuk memperoleh perkiraan akurat daripada melakukan perkiraan distribusi multivariat

2.2.3 Keoptimalan Naïve Bayes

Asumsi independen pada inti dari metode *Naïve Bayes* jelas merupakan salah satu yang kuat. Hal ini mungkin tidak benar untuk kebanyakan masalah yang nyata. Namun, kenyataannya adalah bahwa metode ini sering melakukan klasifikasi dengan sangat baik dalam aplikasi praktis yang nyata

Asumsi keindependenan atribut akan menghilangkan kebutuhan banyaknya jumlah data latih dari perkalian kartesius seluruh atribut yang dibutuhkan untuk mengklasifikasikan suatu data. Dampak negatif dari asumsi naïve tersebut adalah keterkaitan yang ada antara nilai-nilai atribut diabaikan sepenuhnya. Dampak ini secara intuitif akan berpengaruh dalam pengklasifikasian, namun percobaan empiris mengatakan sebaliknya (Shadiq, 2009).

Domingos dan Pazzani (1997) pada *paper*nya menjelaskan performa Naïve Bayes dalam fungsi *zero-one loss*. Fungsi *zero-one loss* ini mendefinisikan *error* hanya sebagai pengklasifikasian yang salah. Fungsi *zero-one loss* tidak memberi nilai suatu kesalahan perhitungan peluang selama peluang maksimum di tugaskan kedalam kelas yang benar. Ini berarti bahwa Naïve Bayes dapat mengubah peluang posterior dari tiap kelas, tetapi kelas dengan nilai peluang posterior maksimum jarang diubah. Sebagai contoh, diasumsikan peluang sebenarnya dari $P(\oplus|E) = 0.9$ dan $P(\ominus|E) = 0.1$, sedangkan peluang yang dihasilkan oleh Naïve Bayes adalah $P(\oplus|E) = 0.6$ dan $P(\ominus|E) = 0.4$. Nilai peluang

tersebut tentu saja berbeda jauh, namun pilihan kelas tetap tidak terpengaruh (Shadiq, 2009).

2.2.4 Perhitungan Metode Na ve Bayes

Contoh perhitungan metode Naïve Bayes yaitu pada persoalan diagnosa hama tanaman kelapa sawit.

Nilai dari gejala dan kemungkinan hama didapat dari pakar perusahaan PT.PNV. Adapun kemungkinan mengalami hama Nematoda = 0.1, kemungkinan mengalami hama Tungau = 0.2, Kemungkinan mengalami hama Ulat api = 0.3.

Contoh persoalan:

Diketahui kelapa sawit mengalami gejala-gejala sebagai berikut daun mengering, Kerusakan pada bibit, terdapat bercak atau bintik pada daun, kerusakan pada daun bagian bawah dan daun berwarna perunggu mengkilap.

Untuk mengetahui jenis hama penyakit kelapa sawit apa yang menyerang kelapa sawit tersebut, langkah penyelesaiannya yaitu:

1. Kalikan probabilitas semua gejala untuk setiap hama.
2. Hasil 1 dikalikan dengan probabilitas setiap hama.
3. Klasifikasi: haama dengan probabilitas maksimum.

Proses klasifikasi:

$H(\text{Nematoda} | \text{daun mengering, kerusakan pada bibit, bercak atau bintik pada daun, kerusakan pada daun bagian bawah, daun berwarna perunggu mengkilap})$

$$= H(\text{Nematoda}) * H(\text{daun mengering} | \text{Nematoda}) * H(\text{kerusakan pada bibit} | \text{Nematoda}) * H(\text{bercak atau bintik pada daun} | \text{Nematoda}) * H(\text{kerusakan pada daun bagian bawah} | \text{Nematoda}) * H(\text{daun berwarna perunggu mengkilap} | \text{Nematoda})$$

$$= 0.6 * 0 * 0 * 0 * 0 * 0$$

$$= 0$$

$$= H(\text{Tungau}) * H(\text{daun mengering} | \text{Tungau}) * H(\text{kerusakan pada bibit} | \text{Tungau}) * H(\text{bercak atau bintik pada daun} | \text{Tungau}) * H(\text{kerusakan pada daun bagian bawah} | \text{Tungau}) * H(\text{daun berwarna perunggu mengkilap} | \text{Tungau})$$

$$= 0.4 * 0.6 * 0.9 * 0.6 * 0.5 * 0.5$$

$$= 0.0324$$

$$= H(\text{Ulat Api}) * H(\text{daun mongering|Ulat Api}) * H(\text{kerusakan pada bibit|Ulat Api})$$

$$* H(\text{bercak atau bintik pada daun|ulat Api}) * H(\text{kerusakan pada daun bagian bawah|Ulat Api}) * H(\text{daun berwarna perunggu mengkilap|Ulat Api})$$

$$= 0.5 * 0 * 0 * 0 * 0 * 0$$

$$= 0$$

Dari perhitungan di atas, diperoleh penyakit dengan nilai tertinggi yaitu hama penyakit Tungau. Kesimpulan: tanaman tersebut mengalami penyakit Tungau

2.3 Tanaman Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis*) adalah tanaman perkebunan penting penghasil minyak makanan, minyak industri, maupun bahan bakar nabati (*biodiesel*). Indonesia adalah penghasil minyak kelapa sawit kedua dunia setelah Malaysia. Diperkirakan pada tahun 2009, Indonesia akan menempati posisi pertama produsen sawit dunia. Untuk meningkatkan produksi kelapa sawit dilakukan kegiatan perluasan areal pertanaman, rehabilitasi kebun yang sudah ada dan intensifikasi.

Pelaku usaha tani kelapa sawit di Indonesia terdiri dari perusahaan perkebunan besar swasta, perkebunan Negara dan perkebunan rakyat. Usaha perkebunan kelapa sawit rakyat umumnya dikelola dengan model kemitraan dengan perusahaan besar swasta dan perkebunan negara (inti-plasma).

Tanaman kelapa sawit saat ini merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang menduduki posisi penting disektor pertanian umumnya, dan sektor perkebunan khususnya, hal ini disebabkan karena dari sekian banyak tanaman yang menghasilkan minyak atau lemak, kelapa sawit yang menghasilkan nilai ekonomi terbesar per hektarnya di dunia .Melihat pentingnya tanaman kelapa sawit di masa ini dan masa yang akan datang, seiring dengan meningkatnya kebutuhan penduduk dunia akan minyak sawit, maka perlu dipikirkan usaha

peningkatan kualitas dan kuantitas produksi kelapasawit secara tepat agar sasaran yang diinginkan dapat tercapai. Salah satu diantaranya adalah pengendalian hama dan penyakit.

Tanaman kelapa sawit adalah tanaman penghasil minyak nabati yang dapat menjadi andalan dimasa depan karena berbagai kegunaannya bagi kebutuhan manusia. Kelapa sawit memiliki arti penting bagi pembangunan nasional Indonesia. Selain menciptakan kesempatan kerja yang mengarah pada kesejahteraan masyarakat, juga sebagai sumberdevisa negara.

Tanaman kelapa sawit merupakan komoditas perkebunan primadona Indonesia. Di tengah krisis global yang melanda dunia saat ini, industri sawit tetap bertahan dan memberi sumbangan besar terhadap perekonomian negara. Selain mampu menciptakan kesempatan kerja yang luas, industri sawit menjadi salah satu sumber devisa terbesar bagi Indonesia.

Sektor perkebunan merupakan salah satu potensi dari subsektor pertanian yang berpeluang besar untuk meningkatkan perekonomian rakyat dalam pembangunan perekonomian Indonesia. Pada saat ini, sektor perkebunan dapat menjadi penggerak pembangunan nasional karena dengan adanya dukungan sumber daya yang besar, orientasi pada ekspor, dan komponen impor yang kecil akan dapat menghasilkan devisa non migas dalam jumlah yang besar.

Produktivitas kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh teknik budidaya yang diterapkan. Pemeliharaan tanaman merupakan salah satu kegiatan budidaya yang sangat penting dan menentukan masa produktif tanaman. Salah satu aspek pemeliharaan tanaman yang perlu diperhatikan dalam kegiatan budidaya kelapa sawit adalah pengendalian hama dan penyakit. Pengendalian hama dan penyakit yang baik dapat meningkatkan produksi dan produktivitas tanaman.

2.3.1 Definisi Hama

Yang dimaksud dengan hama ialah semua binatang yang mengganggu dan merugikan tanaman yang diusahakan manusia. Hama tanaman sering disebut serangga hama atau dalam dunia pertanian dikenal sebagai 'musuh petani'. Hama tanaman dalam arti luas adalah semua organisme atau binatang yang

karena aktivitas hidupnya merusak tanaman sehingga menimbulkan kerugian ekonomi bagi manusia.

Seluruh ataupun sebagian tanaman yang terserang hama dapat mengalami penurunan fungsi atau bahkan tidak berfungsi sama sekali proses metabolisme (fisiologis) pada tubuh tanaman tersebut, sehingga pertumbuhannya tidak normal dan bahkan berakhir dengan kematian tanaman. Beberapa contoh akibat serangan hama pada tanaman adalah sebagai berikut:

1. Serangan hama pada bagian akar tanaman menyebabkan proses penyerapan unsur hara, air, dan lain-lain terganggu.
2. Serangan hama pada bagian batang atau cabang dan ranting menyebabkan pengangkutan (transportasi) zat makanan terganggu atau terhenti sama sekali sehingga tanaman menjadi layu atau mati.
3. Serangan hama pada bagian daun dapat menyebabkan proses fotosintesis terganggu (terhambat).
4. Serangan hama pada bagian buah atau biji dapat menyebabkan buah rusak ataupun bijinya hampa.

Hama tanaman kelapa sawit (iyung : 2006) :

1. Nematoda (*Rhadinaphelenchus cocophilus*)

Gejala serangan :

- a. Daun terserang menggulung dan tumbuh tegak
- b. Warna daun berubah menjadi kuning dan selanjutnya mengering.

Cara pengendalian:

- a. Pohon yang terserang dibongkar dan selanjutnya dibakar
- b. Tanaman dimatikan dengan racun natrium arsenit

2. Tungau (*Oligonychus* sp.)

Gejala serangan :

Daun yang terserang berubah warnanya menjadi berwarna perunggu mengkilat (bronz).

Cara pengendalian :

Pengaplikasian akasirida yang mengandung bahan aktif tetradifon 75,2 g/l.

3. *Pimelephila ghesquierei*

Gejala serangan :

Serangan menyebabkan lubang pada daun muda sehingga daun banyak yang patah.

Cara pengendalian :

- a. Serangan ringan dapat diatasi dengan memotong bagian yang terserang
- b. Pada serangan berat dilakukan penyemprotan parathion 0,02%.

4. Ulat api (*Setora nitens*, *Darna trima* dan *Ploneta diducta*)

Gejala serangan :

Daun yang terserang berlubang-lubang. Selanjutnya daun hanya tersisa tulang daunnya saja.

Cara pengendalian :

- a. Pengaplikasian insektisida berbahan aktif triazofos 242 g/l, karbaril 85 %
- b. klorpirifos 200 g/l.

5. Ulat kantong (*Metisa plana*, *Mahasena corbetti* dan *Crematosphisa pendula*)

Gejala serangan:

- a. Daun yang terserang menjadi rusak, berlubang dan tidak utuh lagi
- b. Selanjutnya daun menjadi kering dan berwarna abu-abu.

Cara pengendalian :

Pengaplikasian timah arsetat dengan dosis 2,5 kg/ha atau dengan insektisida berbahan aktif triklorfon 707 g/l, dengan dosis 1,5-2 kg/ha.

6. Belalang *Valanga nigricornis* dan *Gastrimargus marmoratus*

Gejala serangan:

Terdapat bekas gigitan pada bagian tepi daun yang terserang.

Cara pengendalian :

Pengendalian dapat dilakukan dengan mendatangkan burung pemangsanya.

7. Kumbang *Oryctes rhinoceros*

Gejala serangan :

Daun muda yang belum membuka dan pada pangkal daun berlubang-lubang.

Cara pengendalian :

- a. Menggunakan parasit kumbang, seperti jamur *Metharrizium anisopliae* dan virus *Baculovirus oryctes*.
- b. Melepaskan predator kumbang, seperti tokek, ular dan burung.

8. Ngengat *Tirathaba mundella* (penggerek tandan buah)

Gejala serangan:

Terdapat lubang-lubang pada buah muda dan buah tua.

Cara pengendalian :

Pengaplikasian insektisida yang mengandung bahan aktif triklorfon 707 g/l atau andosulfan 350 g/l.

9. Tikus (*Rattus tiomanicus* dan *Rattus sp.*)

Gejala serangan:

- a. Pertumbuhan bibit dan tanaman muda tidak normal
- b. Buah yang terserang menunjukkan bekas gigitan.

Cara pengendalian :

Melakukan pengemposan pada sarangnya atau mendatangkan predator tikus, seperti kucing, ular dan burung hantu.

2.3.2 Pengertian Penyakit Tanaman

Tanaman dikatakan sakit bila ada perubahan seluruh atau sebagian organ-organ tanaman yang menyebabkan terganggunya kegiatan fisiologis sehari-hari. Secara singkat penyakit tanaman adalah penyimpangan dari keadaan normal. Suatu tanaman dapat dikatakan sehat atau normal jika tanaman tersebut dapat menjalankan fungsi-fungsi fisiologis dengan baik, seperti pembelahan dan perkembangan sel, pengisapan air dan zat hara, fotosintesis dan lain-lain.

Gangguan pada proses fisiologis atau fungsi-fungsi tanaman dapat menimbulkan penyakit.

Penyakit tanaman adalah sesuatu yang menyimpang dari keadaan normal, cukup jelas menimbulkan gejala yang dapat dilihat, menurunkan kualitas atau nilai ekonomis, dan merupakan akibat interaksi yang cukup lama. Tanaman sakit adalah suatu keadaan proses hidup tanaman yang menyimpang dari keadaan normal dan menimbulkan kerusakan. Makna kerusakan tanaman adalah setiap perubahan pada tanaman yang menyebabkan menurunnya kuantitas dan kualitas hasil.

Penyakit pada tanaman budidaya biasanya disebabkan oleh Cendawan, Bakteri, Virus dan faktor lingkungan (iklim, tanah, dan lain-lain). Cendawan dapat juga disebut jamur. Cendawan adalah suatu kelompok jasad hidup yang menyerupai tumbuhan tingkat tinggi karena mempunyai dinding sel, tidak bergerak, berkembang biak dengan spora, tetapi tidak mempunyai klorofil. Cendawan tidak mempunyai batang, daun, akar, dan sistem pembuluh seperti pada tumbuhan tingkat tinggi.

Bakteri adalah salah satu jenis makhluk kecil (organisme) yang sebagian besar termasuk saprofit (numpang hidup di dalam tubuh makhluk lain, tidak merugikan dan menguntungkan makhluk lain tersebut). Virus adalah pathogen obligat (hanya hidup dan berkembang biak dalam organisme hidup). Ukuran virus amat kecil (submikroskopik) dan terdiri atas komposisi kimia, yaitu protein.

Virus bersifat parasitic dan dapat menyebabkan berbagai macam penyakit pada semua bentuk organisme hidup. Penyakit yang disebabkan oleh faktor lingkungan biasanya diakibatkan oleh ketidaksesuaian kondisi lingkungan tempat tanaman tumbuh dengan kondisi lingkungan yang menjadi habitat asli tanaman, sehingga tanaman tumbuh tidak sehat atau tidak normal. Gejala penyakit akibat faktor lingkungan biasanya mirip dengan gejala penyakit akibat dari makhluk hidup, perbedaannya adalah penyakit akibat faktor lingkungan tidak menular.

Penyakit tanaman yang merupakan suatu penyimpangan atau abnormalitas tanaman amat beragam bentuknya, misalnya keriput daun, kuning pucat, bercak-bercak coklat dan busuk. Akibatnya, tanaman tidak mampu melakukan proses

fotosintesis secara maksimal. Gangguan tersebut menyebabkan gangguan ekonomis, berupa penurunan kuantitas dan kualitas hasil. Semua bagian tanaman berpotensi diserang penyakit sehingga tanaman tersebut sakit

Penyakit tanaman kelapa sawit (Iyung : 2006) :

1. Penyakit Akar (Blast disease)

Gejala serangan :

- a. Tanaman tumbuh abnormal dan lemah
- b. Daun tanaman berubah menjadi berwarna kuning

Cara pengendalian :

- a. Melakukan kegiatan persemaian dengan baik
- b. Mengatur pengairan agar tidak terjadi kekeringan di pertanaman

2. Penyakit Busuk Pangkal Batang (Basal stem rot/Ganoderma)

Gejala serangan:

- a. Daun berwarna hijau pucat
- b. Jamur yang terbentuk sedikit
- c. Daun tua menjadi layu dan patah
- d. Dari tempat yang terinfeksi keluar getah

Cara pengendalian dan pencegahan :

- a. Membongkar tanaman yang terserang dan selanjutnya dibakar
- b. Melakukan pembumbunan tanaman

3. Penyakit Busuk Batang Atas (Upper stem rot)

Gejala serangan:

- a. Warna daun yang terbawah berubah dan selanjutnya mati
- b. Batang yang berada sekitar 2 m di atas tanah membusuk
- c. Bagian yang busuk berwarna coklat keabuan

Cara pengendalian :

- a. Melakukan pembongkaran tanaman yang terserang dan membuang bagian tanaman yang terserang
- b. Bekas luka selanjutnya ditutupi dengan obat penutup luka

4. Penyakit Busuk Kering Pangkal Batang (Dry basal rot)

Gejala serangan :

Tandan buah membusuk dan pelepah daun bagian bawah patah.

Cara pengendalian :

Membongkar tanaman yang terserang hebat dan selanjutnya dibakar.

5. Penyakit Busuk Kuncup (Spear rot)

Gejala serangan:

Jaringan pada kuncup (spear) membusuk dan berwarna kecokelatan.

Cara pengendalian : Memotong bagian kuncup yang terserang

6. Penyakit Busuk Titk Tumbuh (Bud rot)

Gejala serangan :

a. Kuncup tanaman membusuk sehingga mudah dicabut

b. Aroma kuncup yang terserang berbau busuk

Cara pengendalian :

Belum ada cara efektif untuk memberantas penyakit ini.

7. Penyakit Garis Kuning (Patch yellow)

Gejala serangan:

Terdapat bercak daun berbentuk lonjong berwarna kuning dan di bagian tengahnya berwarna cokelat.

Cara pengendalian :

Melakukan inokulasi penyakit pada bibit dan tanaman muda. Hal ini bertujuan agar serangan penyakit di persemaian dan pada tanaman muda dapat berkurang.

8. Penyakit Antraknosa (Anthracnose)

Gejala serangan :

a. Terdapat bercak-bercak cokelat tua di ujung dan tepi daun

b. Bercak-bercak dikelilingi warna kuning

c. Bercak ini merupakan batas antara bagian daun yang sehat dan yang terserang

Cara pengendalian :

- a. Melakukan pengaturan jarak tanam, penyiraman secara teratur dan pemupukan berimbang
- b. Tanah yang menggumpal di akar harus disertakan pada waktu pemindahan bibit dari persemaian ke pembibitan utama.
- c. Pengaplikasian Captan 0,2% atau Cuman 0,1%.

9. Penyakit Tajuk (Crown disease)

Gejala serangan :

Helai daun bagian tengah pelepah berukuran kecil-kecil dan sobek.

Penyebab:

Sifat genetik yang diturunkan dari tanaman induk.

Cara pengendalian :

Melakukan seleksi terhadap tanaman induk yang bersifat karier penyakit ini.

10. Penyakit Busuk Tandan (Bunch rot)

Gejala serangan:

Terdapat miselium berwarna putih di antara buah masak atau pangkal pelepah daun.

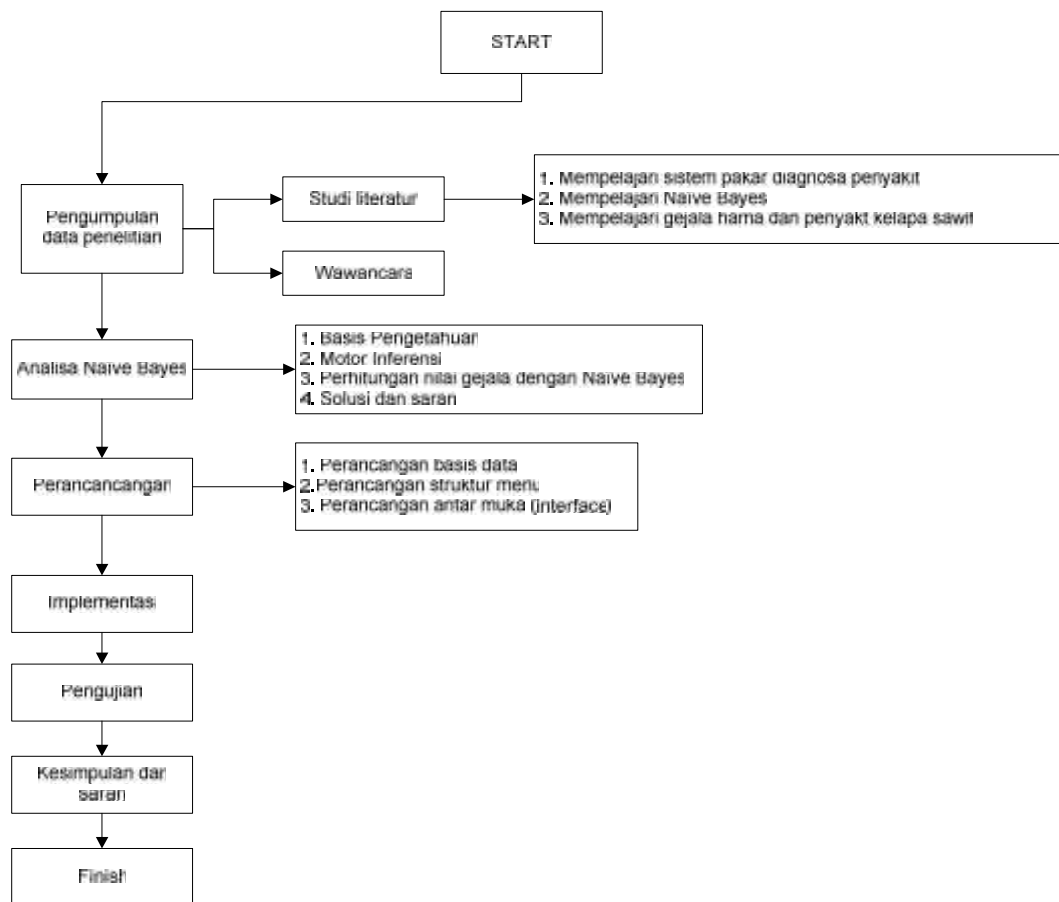
Cara pengendalian :

- a. Melakukan kastrasi, penyerbukan buatan dan menjaga sanitasi kebun, terutama pada musim hujan.
- b. Pengaplikasian difolatan 0,2 %.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah cara yang digunakan dalam memperoleh berbagai data untuk diproses menjadi informasi yang lebih akurat sesuai permasalahan yang akan diteliti. Metodologi yang digunakan dalam penelitian tugas akhir yang berjudul "Sistem Pakar Diagnosa Hama dan Penyakit Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Naïve Bayes". Untuk lebih jelasnya tentang metodologi penelitian ini dapat di lihat pada gambar 3.1 berikut ini:



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

3.1 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data tentang aplikasi sistem pakar Hama dan Penyakit Tanaman Kelapa Sawit, semua tahap pada proses pengumpulan data-data tersebut diperoleh dari wawancara dan studi pustaka.

a. Wawancara

Proses wawancara dilakukan kepada pakar tentang hama dan penyakit tanaman kelapa sawit untuk mendapatkan jenis penyakit, gejala, dan bobot nilai kepastian untuk menentukan jenis hama dan penyakit tanaman kelapa sawit.

Dalam wawancara ini penulis mewawancarai pegawai PT. PNV bapak Khoiri yang menjabat sebagai bagian hama penyakit tanaman kelapa sawit, penulis mengajukan pertanyaan sebagai berikut :

- Apa saja hama dan penyakit pada kelapa sawit?
- Apa saja gejala dari masing-masing penyakit?
- Bagaimana cara penanggulangan dari setiap penyakit?
- Berapa nilai pengaruh tiap gejala terhadap setiap hama dan penyakit dengan range antara 0-100%?

b. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui metode apa yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang akan diteliti, serta mendapatkan dasar-dasar referensi yang kuat dalam menerapkan suatu metode yang akan digunakan dalam Tugas Akhir ini, yaitu dengan mempelajari buku-buku, artikel-artikel dan jurnal-jurnal yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas.

3.2 Analisa

Analisa sistem dalam tugas akhir ini terbagi 6, yaitu

3.2.1 Analisa Basis Pengetahuan

Pada tahap ini bagaimana menganalisa fakta- fakta yang mendukung terhadap sistem pakar. Pendekatan basis pengetahuan yang digunakan merupakan penalaran berbasis aturan (*Rule- Based Reasoning*)

3.2.2 Analisa Representase Pengetahuan

Pada tahap ini menjelaskan tentang representase pengetahuan berdasarkan basis pengetahuan yang ada.

3.2.3 Metode Inferensi

Pada tahap ini menjelaskan metode inferensi apa yang dipakai sehingga menghasilkan informasi

3.2.4 Analisa Naive Bayes

Analisa *Naive Bayes* meliputi basis pengetahuan (data gejala, data hama dan penyakit), nilai kepercayaan gejala terhadap penyakit serta nilai kepercayaan setelah menggunakan metode *Naive Bayes*. Adapun langkah- langkah untuk penerapan metode *Naive Bayes* yaitu:

1. Kalikan probabilitas semua gejala untuk setiap hama dan penyakit
2. Hasil 1 dikalikan dengan probabilitas setiap hama dan penyakit
3. Klasifikasikan hama dan penyakit dengan probabilitas maksimum

3.2.5 Analisa Data

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap data-data yang diperlukan agar sistem dapat berjalan sesuai harapan yang dimodelkan ke dalam ERD (*Entity Relationship Diagram*).

3.2.6 Analisa Fungsional

Analisa fungsional berisikan *flowchart* dan pemodelan *Data Flow Diagram* (DFD).

Dengan adanya analisa di atas, dapat diketahui kebutuhan sistem dengan meneliti dari mana data berasal, bagaimana aliran data menuju sistem, bagaimana operasi sistem yang ada dan hasil akhirnya.

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

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

3.3.1 Perancangan Basis Data

Setelah menganalisa sistem yang akan dibuat, maka tahap selanjutnya adalah analisa dan perancangan basis data terhadap sistem pakar yang akan dibuat untuk melengkapi komponen sistem.

3.3.2 Perancangan Struktur Menu

Rancangan struktur menu diperlukan untuk memberikan gambaran terhadap menu- menu atau fitur pada sistem yang akan dibangun.

3.3.3 Perancangan Antar Muka (*Interface*)

Perancangan *interface* sangat perlu dilakukan dikarenakan untuk mempermudah komunikasi antar sistem dengan pengguna (*user*). Hal ini yang terpenting dalam perancangan *interface* adalah menekankan bagaimana menciptakan tampilan yang baik dan mudah dimengerti oleh *user*.

3.3.4 Perancangan Pseudocode

Perancangan *pseudocode* dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai algoritma metode *naïve bayes* yang diimplementasikan pada tugas akhir ini.

3.4 Implementasi

Merupakan tahap penyusunan perangkat lunak sistem (*coding*) apakah sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan dimana dalam sistem terdiri dari beberapa *form* yang mempunyai fungsi tersendiri diantaranya adalah *form* konsultasi dan *form* diagnosa

Untuk mengimplementasikan aplikasi ini maka dibutuhkan perangkat pendukung, perangkat tersebut berupa perangkat lunak. dan perangkat keras

a. Perangkat lunak

Dalam pembuatan dan penerapan aplikasi Berbasis Desktop ini dibutuhkan perangkat lunak yang menunjang pembuatannya yaitu bahasa pemrograman Visual Basic. Net dengan *Database Management System* (DBMS) menggunakan *MySQL*. Sistem Operasi yang digunakan adalah *Windows XP Professional SP 3*.

b. Perangkat keras

Perangkat keras yang akan digunakan dalam pembuatan sistem adalah:

1. *Processor* Intel Pentium Dual Core
2. *Memory* 1 GB DDR3
3. *Harddisk* berkapasitas 350 GB
4. Monitor, Mouse dan Keyboard

3.5 Pengujian

Pengujian merupakan tahapan dimana aplikasi akan dijalankan. Tahap pengujian diperlukan untuk menjadi ukuran bahwa sistem dapat dijalankan sesuai dengan tujuan. Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan pengujian, *Black Box*, *User Acceptance Test*, pengujian pakar.

Pengujian sistem dilakukan dengan cara menggunakan *Black Box*. Dimana pengujian ini berfokus pada perangkat lunak untuk mendapatkan serangkaian kondisi input yang seluruhnya menggunakan persyaratan fungsional dalam suatu program.

Selain menggunakan *Black Box* pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan *User Acceptance Test*, dimana pengujian ini dilakukan dengan memberikan kuisioner kepada *user* dan pakar yang berhubungan dengan penggunaan sistem pakar ini.

Selanjutnya pengujian sistem dilakukan dengan cara pengujian pakar, dimana hasil kesimpulan hama dan penyakit dari pakar akan dibandingkan dengan hasil kesimpulan penyakit dari sistem.

3.6 Kesimpulan dan saran

Dalam tahap ini menentukan kesimpulan terhadap hasil pengujian yang telah dilakukan. Hal ini untuk mengetahui apakah implementasi yang telah dilakukan dapat beroperasi dengan baik serta memberikan saran untuk menyempurnakan dan mengembangkan penelitian selanjutnya.

BAB IV

ANALISA DAN PERANCANGAN

Analisa dalam perancangan sistem pakar memegang peranan yang sangat penting. Analisa dalam sebuah perancangan perangkat lunak merupakan langkah-langkah pemahaman permasalahan yang akan dipecahkan, sedangkan perancangan adalah sistem hasil dari analisa menjadi bentuk perancangan sehingga dimengerti oleh pengguna.

4.1 Analisa Sistem

Sistem yang akan dibangun memanfaatkan sistem pakar dengan metode *naïve bayes* untuk mendapatkan suatu kesimpulan hama dan penyakit yang diderita tanaman serta pencegahannya. Sistem pakar yang akan dibangun layaknya seorang pakar dalam mendapatkan kesimpulan dari permasalahan-permasalahan (gejala) yang ada dengan keahlian pakar masing-masing. Sistem pakar yang akan dibangun berbasis *desktop* dengan bahasa pemrograman Visual Basic. Net dengan database *MySQL*. Sebelum sistem pakar ini dijalankan terdapat beberapa data yang dijadikan sebagai basis pengetahuan yaitu: data gejala, data penyakit, dan data nilai *naïve bayes*. Semua basis pengetahuan digunakan untuk memberikan sebuah kesimpulan diagnosa dari hama dan penyakit kelapa sawit.

4.1.1 Analisa Basis Pengetahuan

Dalam membangun sistem pakar, hal yang pertama kali dilakukan adalah menentukan struktur basis pengetahuan. Basis pengetahuan merupakan kumpulan-kumpulan fakta. Pendekatan basis pengetahuan yang digunakan pada penelitian ini adalah penalaran berbasis aturan (*rule-based reasoning*) karena dalam kasus ini memiliki langkah-langkah untuk pencapaian solusi. Beberapa struktur basis pengetahuan pada sistem pakar ini adalah sebagai berikut:

1. Basis pengetahuan gejala penyakit.
2. Basis pengetahuan penyakit.
3. Basis pengetahuan gejala.
4. Basis pengetahuan nilai *naïve bayes*

Dalam kasus ini seorang *user* (pengguna) dapat mengetahui jenis hama dan penyakit, pencegahan pada kelapa sawit dengan cara menginputkan gejala-gejala yang diderita kedalam sistem sehingga sistem pakar dengan metode *naïve bayes* akan mencocokkan gejala-gejala yang diinputkan dengan jenis hama dan penyakit yang berada pada basis pengetahuan dan juga sistem akan memberikan nilai kepastian jenis penyakit tersebut.

Pada basis pengetahuan berisikan tentang jenis penyakit, gejala-gejala, dan nilai (*naïve bayes*) gejala terhadap penyakit. Berikut ini pada tabel 4.1 berisikan tentang daftar jenis hama dan penyakit, pemberantasannya pada kelapa sawit.

Tabel 4.1 Tabel Hama Penyakit dan Cara Pemberantasannya

Kode	Nama Hama Penyakit	Pemberantasan
H1	Nematoda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pohon diracun dengan natrium arsenit 2. Tanaman yang sudah mati dan kering dibongkar kemudian dibakar
P2	Tungau	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penyemprotan dengan akarisida tedion 75 EC yang mengandung bahan aktif tetradifon 75,29 g/l dengan konsentrasi 0.1-0.2 % 2. Penyemprotan dengan insektisida perfection dengan bahan aktif dimetoad dengan konsentrasi 0.1%
P3	Ulat Api	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengambil ulat-ulat dari daun dan memusnahkannya 2. Penyemprotan insektisida berbahan aktif triazofos 242 g/l, karbaril 85 % dan klorofirofos 200 g/l.
P4	Ulat Kantong	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penyemprotan insektisida berbahan aktif endosulfan 330.9 g/l 2. Penyemprotan insektisida berbahan aktif kulnafus 268 g/l 3. Menyebarkan predator alami dan parasit yang dapat mengurangi populasi ulat kantong
P5	Belalang	Menggunakan predator alami yang bias memberantasnya seperti burung dan lain-lain.
P6	Kumbang Malam	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengendalian hama dengan melakukan sanitasi lingkungan disekitar tanaman seperti gulma 2. Penyemprotan insektisida (1kg/ha)

Kode	Nama Hama Penyakit	Pemberantasan
		<ol style="list-style-type: none"> Penyemprotan insektisida berbahan aktif endosulfan 242.52 g/l yaitu hiodan 25 ULV dengan dosis 1.5 kg/ha Penyebaran predator alami seperti kumbang, lalat, semut, rayap, tokek, ular dan burung.
P7	Kutu Daun	<ol style="list-style-type: none"> Penyemprotan insektisida dengan bahan aktif : <ol style="list-style-type: none"> Triclorofan dengan konsentrasi 0.1 % Perfection berbahan aktif dimethoate dengan konsentrasi 0.1% Penyemprotan matador yang berbahan aktif sihalotrin dengan konsentrasi 0.1 %
P8	Penggerak Tandan Buah	<ol style="list-style-type: none"> Menjaga <i>parasitoid</i> utama yaitu <i>Braconidae</i> dan <i>inchneumonidae</i> Secara khemis dapat disemprot dengan menggunakan insektisida (dipakai dengan dosis 0.5-1 liter/tandan)
P9	Tikus	<ol style="list-style-type: none"> Pemberantasan dapat dilakukan secara eposan pada sarangnya. Secara alami dapat dilakukan dengan predator kucing, ular, dan burung hantu (<i>tylo alba</i>)
P10	Daun bibit muda (<i>antracnose</i>)	<ol style="list-style-type: none"> Mengurangi naungan bibit sesuai dengan perkembangan umur tanaman Serangan yang bersifat <i>sporadis</i>, dapat dilakukan pemangkasan ringan pada tajuk bibit yang terinfeksi Jika mengalami serangan yang sangat berat, sebaiknya bibit dimusnahkandengan dibakar
P11	Akar (<i>blast disease</i>)	<ol style="list-style-type: none"> Menggunakan fungisida yang berbahan aktif <i>bedomil</i> 20% dan <i>titam</i> 20% seperti fungisida Belante Y 20/20 WP dengan konsentrasi 20 m/liter air. Fungisida ditebarkan pada media tanam Menggunakan kapur pertanian
P12	Tajuk (<i>crown disease</i>)	<ol style="list-style-type: none"> Melakukan penyeleksian yang ketat terhadap bibit yang akan ditanam yaitu memilih tanaman yang berasal dari pohon induk yang resisten terhadap penyakit tajuk Menyemprotkan langsung fungisida pada titik tumbuh dan pelepah daun yang busuk seperti <i>Dithane M_45</i> 80 SP yang berbahan aktif <i>mankozeb</i> 80% dengan konsentrasi 0.25%

Kode	Nama Hama Penyakit	Pemberantasan
P13	Busuk pangkal batang (<i>basal stem rot</i> atau <i>ganoderma</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sebelum penanaman, sumber infeksi dibersihkan terutama jika areal kelapa sawit merupakan lahan bekas kebun kelapa atau kelapa sawit. 2. Tunggul-tunggul bekas tanaman liar harus dibongkar dan dibakar 3. Tanaman yang diserang harus dibongkar dan dibakar agar tidak menyebar ketanaman yang belum terjangkiti.
P14	Busuk batang atas (<i>upper stem rot</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bagian batang yang terjangkiti dipotong dan ditutupi dengan (<i>protectant</i>). 2. Jika tanaman sudah tidak dapat tertolong lagi, maka tanaman kelapa sawit tersebut harus dibuang atau dibongkar 3. Bagian tanaman yang sakit diletakkan di antara barisan tanaman agar cepat kering dan membusuk 4. Penambahan unsur hara terutama K, dapat mengurangi penderitaan pohon kelapa sawit yang terserang
P15	Busuk kering pangkal batang (<i>dry basal rot</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tanaman yang sakit harus dibongkar dan dibakar 2. Usaha pengendalian dengan cara menghindarkan dari sumber infeksi dan usaha penanaman varietas yang tahan terhadap hama ini
P16	Busuk pucuk	Memotong atau membuang bagian pucuk yang terserang penyakit tersebut
P17	Garis kuning (<i>patch yellow</i>)	Usaha inokulasi penyakit pada bibit dan tanaman muda, dapat mengurangi penyakit dipesemaian dan tanaman muda dilapangan.
P18	Busuk tandan (<i>bunch rot</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tindakan pencegahan dilakukan dengan melakukan penyerbukan buatan, kastrasi dan sanitasi kebun terutama pada musim hujan 2. Semua bunga dan buah yang membusuk sebaiknya dibuang 3. Pemberantasan dengan membakar tandan buah yang membusuk 4. Disemprot dengan menggunakan Difolatan atau actidone dengan konsentrasi 0.2% atau sebanyak 0.7 l/ha dengan interval waktu 2 minggu sekali.

Pada tabel 4.1 berisikan jenis-jenis hama dan penyakit yang berjumlah 18 penyakit beserta pemberantasannya. Selanjutnya, basis pengetahuan tentang gejala-gejala hama dan penyakit pada tanaman kelapa sawit terdapat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tabel Gejala-gejala Hama Penyakit

Kode	Nama Gejala
G1	Daun mongering
G2	Daun berwarna kuning
G3	Kerusakan pada pelepah
G4	Daun berlubang
G5	Pembusukan pada tandan
G6	Tanaman mati
G7	Kerusakan pada bibit
G8	Bercak atau bintik pada daun
G9	Kerusakan pada daun bagian bawah
G10	Tandan bunga atau tombak tidak membuka
G11	Daun tidak utuh
G12	Daun mati
G13	Daun yang baru membuka tergulung
G14	Daun yang baru membuka tumbuh tegak
G15	Tidak menghasilkan buah
G16	Daun berwarna perunggu mengkilap
G17	Tanaman kehilangan daun sebanyak 90%
G18	Produksi menurun sekitar 60%
G19	Produksi menurun sekitar 27%
G20	Tajuk bagian bawah berwarna abu-abu
G21	Produksi menurun sekitar 40%
G22	Dibagian tepi daun tampak bekas gigitan
G23	Diatas daun sering ditemukan kotoran-kotoran kumbang
G24	Pertumbuhan tanaman lebih kurus dan merana
G25	Kerusakan pada jaringan perakaran
G26	Buah muda dan tua terlihat berlubang-lubang
G27	Pada tanaman yang sudah menghasilkan terjadi kerusakan pada buah mentah dan masak
G28	Terjadi kerusakan pada titik tumbuh
G29	Warna coklat dan hitam diantara tulang daun
G30	Akar menjadi lunak
G31	Daun menjadi layu
G32	Daun sobek atau daun tidak ada sama sekali
G33	Pucuk daun berubah warna
G34	Pembusukan pada batang
G35	Batang yang membusuk sekitar 2m diatas tanah berwarna coklat keabu-abuan
G36	Pembentukan bunga terhambat
G37	Pucuk membusuk dan berwarna kecoklatan
G38	Pucuk membengkok dan melengkuk

Kode	Nama Gejala
G39	Daun gugur
G40	Kerusakan pada tanaman yang berumur 3-10 tahun
G41	Ada benang-benang (miselium) berwarna putih mengkilap menutupi kulit buah
G42	Perikarp menjadi lembek dan busuk
G43	Warna buah menjadi kecoklatan dan berubah lagi menjadi kehitam-hitaman

Pada tabel 4.2 berisikan jenis-jenis gejala pada sistem pakar untuk mendiagnosa hama dan penyakit tanaman kelapa sawit yang berjumlah 43 jenis gejala.

Dari data hama dan penyakit serta gejala yang ada, maka dapat dibuat sebuah tabel relasi yang isinya mengenai hubungan antara penyakit dan gejala serta probabilitas sebuah gejala terhadap penyakit. Berikut adalah tabelnya:

Tabel 4.3 Tabel Relasi Gejala, Hama Penyakit dan Probabilitasnya

Nama Hama Penyakit	Gejala	Probabilitas
Nematoda	Daun mongering	0.7
	Daun berwarna kuning	0.5
	Tandan bunga atau bunga tombak tidak membuka	0.8
	Daun baru yang akan membuka tergulung	0.8
	Daun baru yang akan membuka tumbuh tegak	0.6
	Tidak menghasilkan buah	0.9
Tungau	Daun mongering	0.6
	Kerusakan pada bibit	0.9
	Bercak atau bintik pada daun	0.6
	Kerusakan pada daun bagian bawah	0.5
	Daun berwarna perunggu mengkilap	0.5
Ulat Api	Daun berlubang	0.6
	Kerusakan pada daun bagian bawah	0.6
	Tanaman kehilangan daun sekitar 90%	0.9
	Produksi menurun sekitar 60%	0.8
	Produksi menurun sekitar 27%	0.5
Ulat Kantong	Daun mongering	0.7
	Daun berlubang	0.5
	Daun tidak utuh	0.7
	Tajuk bagian bawah berwarna abu-abu	0.6
	Produksi menurun sampai 40%	0.7
Belalang	Kerusakan pada bibit	0.8
	Daun tidak utuh	0.7
	Dibagian tepi daun tampak bekas gigitan	0.5
Kumbang Malam	Daun mongering	0.8
	Daun berlubang	0.6
	Diatas daun sering terdapat kotoran kumbang	0.7

Nama Hama Penyakit	Gejala	Probabilitas
	Pertumbuhan tanaman lebih kurus dan merana	0.9
Kutu Daun	Daun berwarna kuning	0.7
	Kerusakan pada jaringan akar	0.9
Penggerak Tandan Buah	Buah muda atau buah tua terlihat berlubang-lubang	0.5
Tikus	Kerusakan pada pelepah	0.8
	Tanaman mati	0.9
	Kerusakan pada bibit	0.9
	Pada tanaman yang sudah menghasilkan terjadi kerusakan pada buah mentah maupun masak	0.6
	Kerusakan pada titik tumbuh	0.8
Daun bibit muda (<i>antracnose</i>)	Daun mongering	0.6
	Daun berwarna kuning	0.7
	Daun mati	0.5
	Warna cokelat dan hitam diantara tulang daun	0.5
Akar (<i>blast disease</i>)	Daun berwarna kuning	0.6
	Akar menjadi lunak	0.8
	Daun menjadi layu	0.7
Tajuk (<i>crown disease</i>)	Kerusakan pada pelepah	0.8
	Daun sobek atau tidak ada sama sekali	0.7
Busuk pangkal batang (<i>basal stem rot</i>)	Kerusakan pada pelepah	0.8
	Tanaman mati	0.9
	Tandan bunga atau bunga tombak tidak membuka	0.7
Busuk Batang Atas (<i>upper stem rot</i>)	Daun mati	0.6
	Pucuk daun berubah warna	0.7
	Pembusukan pada batang	0.8
	Batang yang membusuk sekitar 2 m diatas tanah berwarna coklat keabu-abuan	0.7
Busuk kering pangkal batang (<i>dry basal rot</i>)	Daun mongering	0.5
	Pembusukan pada tandan	0.8
	Tanaman mati	0.9
	Pembentukan bunga terhambat	0.8
Busuk kuncup (<i>spear rot</i>)	Pucuk membusuk dan berwarna kecoklatan	0.7
	Pucuk membengkok dan melengkung	0.6
Garis kuning (<i>patch yellow</i>)	Daun mongering	0.6
	Bercak atau bintik pada daun	0.5
	Daun gugur	0.7
Busuk tandan (<i>bunch rot</i>)	Pembusukan pada tandan	0.8
	Kerusakan pada tanaman yang berumur 3-10 tahun	0.8
	Ada benang-benang (miselum) berwarna putih mengkilap berwarna putih	0.5
	Perikarp menjadi lembek dan busuk	0.7
	Warna buah menjadi kecoklatan dan berubah lagi menjadi kehitam-hitaman	0.5

Pada tabel 4.3 menampilkan relasi atau hubungan antara gejala yang ada dengan hama penyakit, serta probabilitas dari tiap-tiap gejala yang diberikan oleh pakar dan metode *naïve bayes* tidak mengatur pemberian nilai sebuah gejala, melainkan hak mutlak dari pakar berdasarkan pengalaman dan teori ilmu yang ada pada pakar .

Dari data hama penyakit, gejala yang ada dan probabilitas dari gejala, maka dibutuhkan juga bobot dari penyakit. probabilitas penyakit ini didapat dari pakar (ahli). Berikut adalah tabelnya:

Tabel 4.4 Tabel Probabilitas Hama Penyakit

Nama Penyakit	Probabilitas
Nematode	0.8
Tungau	0.4
Ulat Api	0.5
Ulat kantong	0.5
Belalang	0.6
Kumbang Malam	0.7
Kutu Daun	0.4
Penggerak Tandan Buah	0.5
Tikus	0.7
Daun bibit muda (<i>antracnose</i>)	0.3
Akar (<i>blast disease</i>)	0.8
Tajuk (<i>crown disease</i>)	0.5
Busuk pangkal batang (<i>basal stem rot</i> atau <i>ganoderma</i>)	0.6
Busuk Batang Atas (<i>upper stem rot</i>)	0.3
Busuk kering pangkal batang (<i>dry basal rot</i>)	0.2
Busuk kuncup (<i>spear rot</i>)	0.6
Garis kuning (<i>patch yellow</i>)	0.6
Busuk tandan (<i>bunch rot</i>)	0.5

Tabel 4.5 Tabel Relasi Gejala dan Hama Penyakit

Kode	Hama dan Penyakit Kelapa Sawit																	
	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P8	P9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18
G1	*	*		*		*				*					*		*	
G2	*						*			*	*							
G3									*			*	*					
G4			*	*		*												
G5															*			*
G6									*				*		*			

Hama dan Penyakit Kelapa Sawit															
G7		*			*				*						
G8		*													*
G9		*	*												
G10	*										*				
G11				*	*										
G12									*			*			
G13	*														
G14	*														
G15	*														
G16		*													
G17			*												
G18			*												
G19			*												
G20				*											
G21				*											
G22					*										
G23					*										
G24					*										
G25						*									
G26							*								
G27								*							
G28								*							
G29									*						
G30										*					
G31										*					
G32											*				
G33												*			
G34												*			
G35												*			
G36													*		
G37														*	
G38														*	
G39														*	
G40															*
G41															*

Hama dan Penyakit Kelapa Sawit																
G42																*
G43																*

4.1.2 Akuisisi Pengetahuan

Representase pengetahuan digunakan untuk menentukan proses pencarian atau menentukan kesimpulan untuk sebuah penyakit berdasarkan gejala-gejala yang diinputkan. Representase pengetahuan yang digunakan adalah gabungan dari kaidah derajat pertama dan kaidah meta. Berdasarkan pada tabel 4.3, dapat disimpulkan ada beberapa aturan atau rule. Berikut adalah aturannya:

1. R1 : IF daun mengering THEN A1
R2 : IF A1 AND daun berwarna kuning THEN A2
R3 : IF A2 AND tandan bunga atau tombak tidak membuka THEN A3
R4 : IF A3 AND daun yang baru membuka tergulung THEN A4
R5 : IF A4 AND daun yang baru membuka tumbuh tegak THEN A5
R6 : IF A4 AND tidak menghasilkan buah THEN Nematoda

2. R1 : IF daun mongering THEN A1
R2 : IF A1 AND kerusakan pada bibit THEN A2
R3 : IF A2 AND bercak atau bintik pada daun THEN A3
R4 : IF A3 AND kerusakan pada daun bagian bawah THEN A4
R5 : IF A4 AND daun berwarna perunggu mengkilap THEN Tungau

3. R1 : IF daun berlubang THEN A1
R2 : IF A1 AND kerusakan pada daun bagian bawah THEN A2
R3 : IF A2 AND tanaman kehilangan daun sekitar 90% THEN A3
R4 : IF A3 AND produksi menurun sekitar 60% THEN A4
R5 : IF A4 AND produksi menurun sekitar 27% THEN ulat api

4. R1 : IF daun mongering THEN A1
R2 : IF A1 AND daun berlubang THEN A2
R3 : IF A2 AND daun tidak utuh THEN A3
R4 : IF A3 AND tajuk bagian bawah berwarna abu-abu THEN A4
R5 : IF A4 AND produksi menurun sekitar 40% THEN Ulat kantong

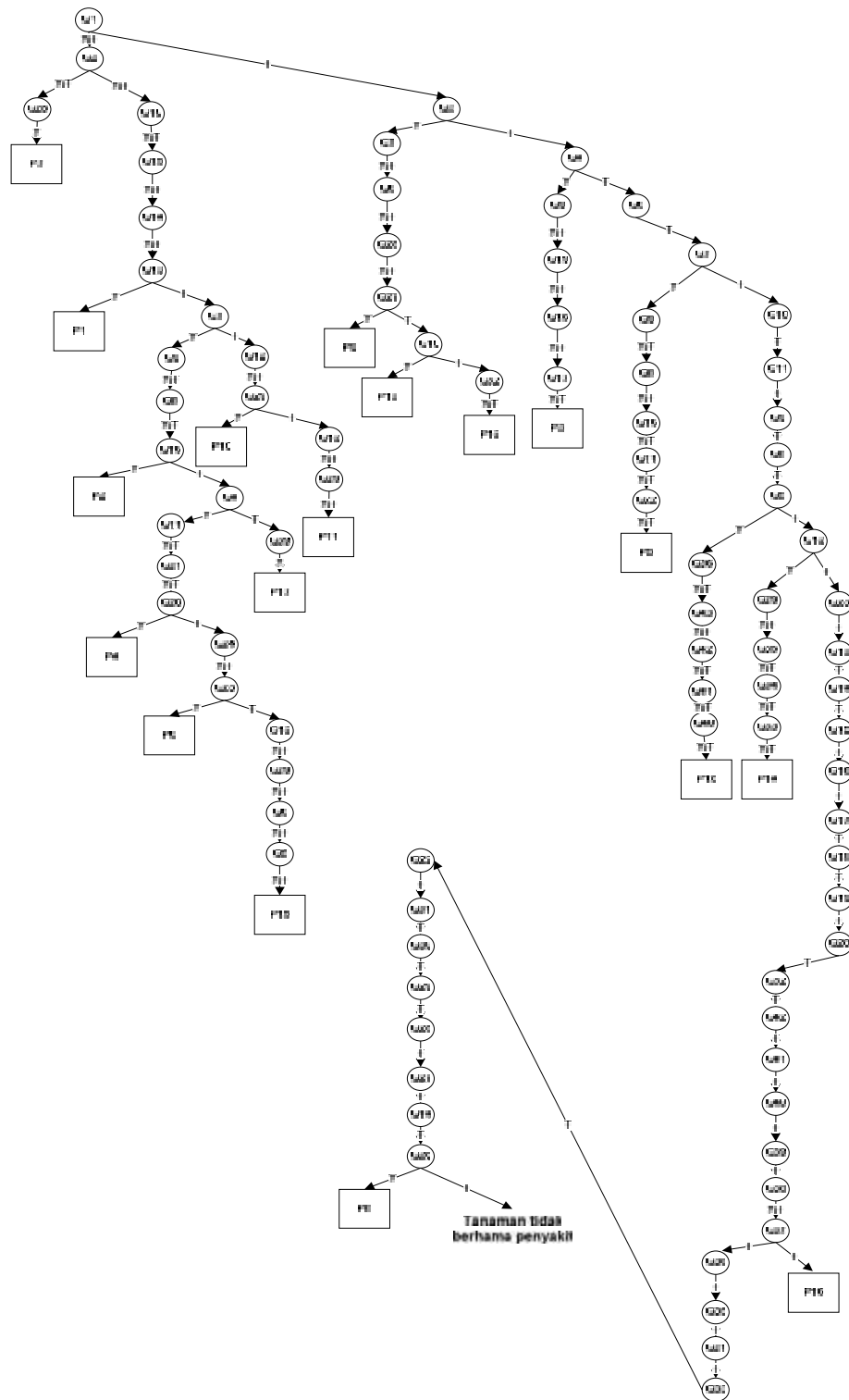
5. R1 : IF kerusakan pada bibit THEN A1
R2 : IF A1 AND daun tidak utuh THEN A2
R3 : IF A2 AND dibagian tepid au tampak bekas gigitan THEN
Belalang
6. R1 : IF daun mongering THEN A1
R2 : IF A1 AND daun berlubang THEN A2
R3 : IF A2 AND diatas daun sering terdapat kotoran kumbang
THEN A3
R4 : IF A3 AND pertumbuhan tanaman lebih kurus dan merana THEN
Kumbang Malam
7. R1 : IF daun berwarna kuning THEN A1
R2 : IF A1 AND kerusakan pada jaringan akar THEN Kutu daun
8. IF buah muda atau buah muda terlihat berlubang-lubang THEN
Penggerak tandan buah
9. R1 : IF kerusakan pada pelepah THEN A1
R2 : IF A1 AND tanaman mati THEN A2
R3 : IF A2 AND kerusakan pada bibit THEN A3
R4 : IF A3 AND pada tanaman yang sudah menghailkan terjadi
kerusakan pada buah mentah ataupun masak THEN A4
R5 : IF A3 AND kerusakan pada titik tumbuh THEN Tikus
10. R1 : IF daun mongering THEN A1
R2 : IF A1 AND daun berwarna kuning THEN A2
R3 : IF A2 AND daun mati THEN A3
R4 : IF A3 AND warna cokelat dan hitam diantara tulang daun
THEN Daun bibit muda
11. R1 : IF daun berwarna kuning THEN A1
R2 : IF A1 AND akar menjadi lunak THEN A2
R3 : IF A2 AND daun menjadi layu THEN Akar
12. R1 : IF kerusakan pada pelepah THEN A1

- R2 : IF A1 AND daun sobek atau tidak ada sama sekali THEN
Tajuk
13. R1 : IF kerusakan pada pelepah THEN A1
R2 : IF A1 AND tanaman mati THEN A2
R3 : IF A2 AND tandan bunga atau bunga tombak tidak membuka
THEN Busuk Pangkal Batang
14. R1 : IF daun mati THEN A1
R2 : IF A1 AND pucuk daun berubah warna THEN A2
R3 : IF A2 AND pembusukan pada batang THEN A3
R4 : IF A3 AND batang yang membusuk sekitar 2m diatas tanah
berwarna coklat keabu-abuan THEN Busuk Batang atas
15. R1 : IF daun mengering THEN A1
R2 : IF A1 AND pembusukan pada tandan THEN A2
R3 : IF A2 AND tanaman mati THEN A3
R4 : IF A3 AND pembentukan hama terhambat THEN Busuk Kering
pangkal batang
16. R1 : IF pucuk membusuk dan berwarna kecoklatan THEN A1
R2 : IF A1 AND pucuk membusuk dan melengkung THEN Busuk kuncup
17. R1 : IF daun mengering THEN A1
R2 : IF A1 AND bercak atau bintik pada daun THEN A2
R3 : IF A2 AND daun gugur THEN Garis kuning
18. R1 : IF pembusukan pada tandan THEN A1
R2 : IF A1 AND kerusakan pada tanaman yang berumur 3-10 tahun
THEN A2
R3 : IF A2 AND ada benang-benang (miselum) berwarna putih
mengkilap menutupi kulit buah THEN A3
R4 : IF A3 AND perikap menjadi lembek dan membusuk THEN A4
R5 : IF A4 AND warna buah menjadi kecoklatan dan berubah lagi
menjadi kehitam-hitaman THEN Tikus

4.1.3 Mesin Inferensi

Langkah selanjutnya setelah mengetahui basis pengetahuan, maka selanjutnya dilakukan analisa mesin inferensi. Mesin inferensi atau teknik penelusuran yang digunakan dalam sistem pakar ini adalah dengan menggunakan *forward chaining*. Mesin inferensi *forward chaining* menggunakan himpunan aturan kondisi-aksi, dimana dalam pengambilan kesimpulan berdasarkan fakta-fakta atau pernyataan yang dimulai dengan kondisi *IF* kemudian *THEN* untuk menyimpulkan hama penyakit yang diderita.

Mesin inferensi merupakan gambaran berbentuk grafis dari basis pengetahuan dan aturan- aturan dalam mesin inferensi. Struktur pohon inferensi untuk penentuan penyakit pada tanaman kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pohon Inferensi

Keterangan Gambar 4.1 tentang penomoran pohon inferensi:

a. Nama gejala.

- G1 Daun mongering
- G2 Daun berwarna kuning
- G3 Kerusakan pada pelepah
- G4 Daun berlubang
- G5 Pembusukan pada tandan
- G6 Tanaman mati
- G7 Kerusakan pada bibit
- G8 Bercak atau bintik pada daun
- G9 Kerusakan pada daun bagian bawah
- G10 Tandan bunga atau tombak tidak membuka
- G11 Daun tidak utuh
- G12 Daun mati
- G13 Daun yang baru membuka tergulung
- G14 Daun yang baru membuka tumbuh tegak
- G15 Tidak menghasilkan buah
- G16 Daun berwarna perunggu mengkilap
- G17 Tanaman kehilangan daun sebanyak 90%
- G18 Produksi menurun sekitar 60%
- G19 Produksi menurun sekitar 27%
- G20 Tajuk bagian bawah berwarna abu-abu
- G21 Produksi menurun sekitar 40%
- G22 Dibagian tepi daun tampak bekas gigitan
- G23 Diatas daun sering ditemukan kotoran-kotoran kumbang
- G24 Pertumbuhan tanaman lebih kurus dan merana
- G25 Kerusakan pada jaringan perakaran
- G26 Buah muda dan tua terlihat berlubang-lubang
- G27 Pada tanaman yang sudah menghasilkan terjadi kerusakan pada buah mentah dan masak
- G28 Terjadi kerusakan pada titik tumbuh
- G29 Warna coklat dan hitam diantara tulang daun
- G30 Akar menjadi lunak
- G31 Daun menjadi layu
- G32 Daun sobek atau daun tidak ada sama sekali
- G33 Pucuk daun berubah warna
- G34 Pembusukan pada batang

- G35 Batang yang membusuk sekitar 2m diatas tanah berwarna coklat keabu-abuan
- G36 Pembentukan bunga terhambat
- G37 Pucuk membusuk dan berwarna kecoklatan
- G38 Pucuk membengkok dan melengkuk
- G39 Daun gugur
- G40 Kerusakan pada tanaman yang berumur 3-10 tahun
- G41 Ada benang-benang (miselium) berwarna putih mengkilap menutupi kulit buah
- G42 Perikarp menjadi lembek dan busuk
- G43 Warna buah menjadi kecoklatan dan berubah lagi menjadi kehitam-hitaman

b. Nama Penyakit.

- P1 Nematode
- P2 Tungau
- P3 Ulat Api
- P4 Ulat kantong
- P5 Belalang
- P6 Kumbang Malam
- P7 Kutu Daun
- P8 Penggerak Tandan Buah
- P9 Tikus
- P10 Daun bibit muda (*antracnose*)
- P11 Akar (*blast disease*)
- P12 Tajuk (*crown disease*)
- P13 Busuk pangkal batang (*basal stem rot* atau *ganoderma*)
- P14 Busuk Batang Atas (*upper stem rot*)
- P15 Busuk kering pangkal batang (*dry basal rot*)
- P16 Busuk kuncup (*spear rot*)
- P17 Garis kuning (*patch yellow*)
- P18 Busuk tandan (*bunch rot*)

c. Simbol.

- Y : Penelusuran jika Ya.
- T : Penelusuran jika Tidak.
- Y/T : Penelusuran jika Ya atau Tidak.

4.1.4 Analisa Naïve Bayes

Pemodelan persoalan untuk melakukan diagnosa penyakit pada tanaman kelapa sawit ini dilakukan dengan cara mengklasifikasikan penyakit menggunakan metode Naïve Bayes, dimana metode ini digunakan untuk mengatasi ketidakpastian yang nilainya berkisar antara 0 hingga 1. Ketidakpastian di sini adalah munculnya gejala yang sama dari penyakit yang berbeda. Naïve Bayes akan menghitung nilai kemungkinan setiap gejala yang sama dari penyakit yang berbeda, dimana nilai kemungkinan munculnya gejala jika diketahui hama penyakit dan nilai untuk hama penyakit tanpa memandang gejala apapun didapat langsung dari pakar penyakit tanaman kelapa sawit

Contoh persoalannya adalah seorang petani X ingin melakukan diagnosa terhadap tanaman kelapa sawit. Petani X menjawab pertanyaan yang diberikan oleh sistem dengan jawaban “Ya” atau “Tidak”, sesuai dengan gejala yang dialami tanaman kelapa sawitnya. Pertanyaan pertama pada awal diagnosa adalah “apakah daun mengering?” dan metode inferensi yang digunakan untuk melakukan penelusuran adalah *forward chaining*.

Contoh perhitungan manual :

1. Apakah daun mengering? Jika petani A menjawab “ya”, maka pertanyaan selanjutnya
2. Apakah daun berwarna kuning? Jika petani A menjawab “ya”, maka pertanyaan selanjutnya
3. Apakah tandan bunga atau tombak tidak membuka? Jika petani A menjawab “ya”, maka pertanyaan selanjutnya
4. Apakah tidak menghasilkan buah? Jika petani A menjawab “tidak”, maka pertanyaan selanjutnya
5. Apakah daun yang baru membuka tumbuh tegak? Jika petani A menjawab “tidak”, maka pertanyaan selanjutnya
6. Apakah daun yang baru membuka tergulung? Jika petani A menjawab “tidak”. Maka sistem akan menampilkan gejala-gejala yang dialami tanaman kelapa sawit A, yaitu :

1. Daun mengering (G1)
2. Daun berwarna kuning (G2)
3. Tandan bungan atau tombak tidak membuka (G10)

Selanjutnya sistem melakukan proses klasifikasi penyakit dengan metode Naïve Bayes berikut ini.

$$v_{NB} = \underset{v_j \in v}{\operatorname{argmax}} P(v_j) \prod_{i=1}^n P(a_i|v_j)$$

Dimana

$P(v_j)$ = probabilitas penyakit v_j tanpa memandang gejala apapun

$P(a_i|v_j)$ = probabilitas gejala a_i pada penyakit v_j

Proses klasifikasi:

1. Nematoda (P1)
 - = $P(1) * P(G1|P1) * P(G2|P1) * P(G10|P1)$
 - = $0.8 * 0.7 * 0.5 * 0.8$
 - = 0.224
2. Daun bibit muda (P10)
 - = $P(10) * P(G1|P10) * P(G2|P10) * P(G10|P10)$
 - = $0.3 * 0.6 * 0.7 * 0$
 - = 0

Dari proses klasifikasi didapat hama penyakit dengan nilai naïve bayes tertinggi yaitu : “Nematoda”

Hasil diagnosa:

Tanaman kelapa sawit anda menderita penyakit Hama Penyakit Nematoda, selanjutnya sistem akan menampilkan hasil diagnosa penyakit tanaman kelapa sawit petani A sebagai berikut.

Solusi penyakit:

1. Pohon diracun dengan natrium arsenit
2. Tanaman yang sudah mati dan kering dibongkar kemudian dibakar

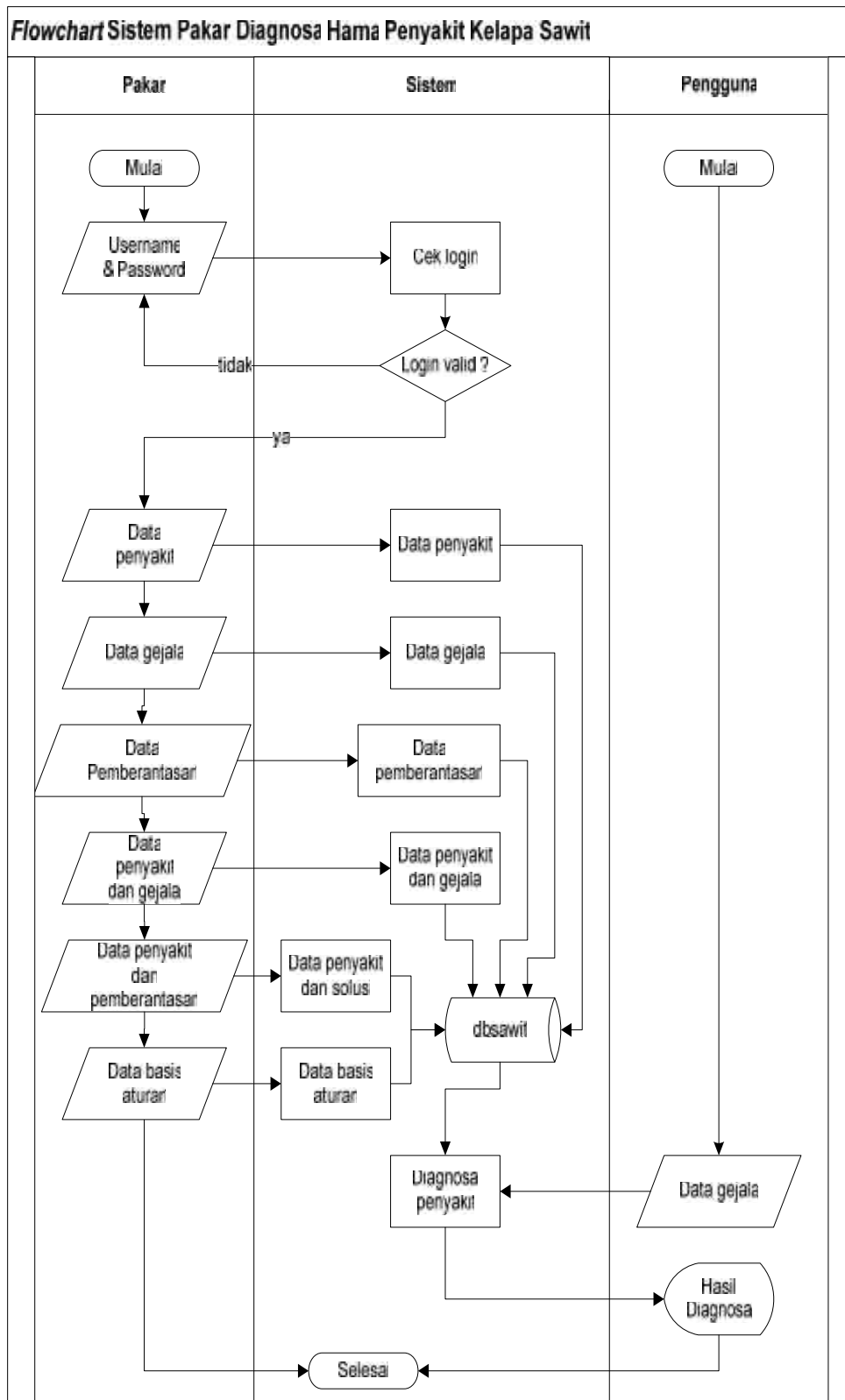
Contoh Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran B

4.1.5 Analisa Fungsional

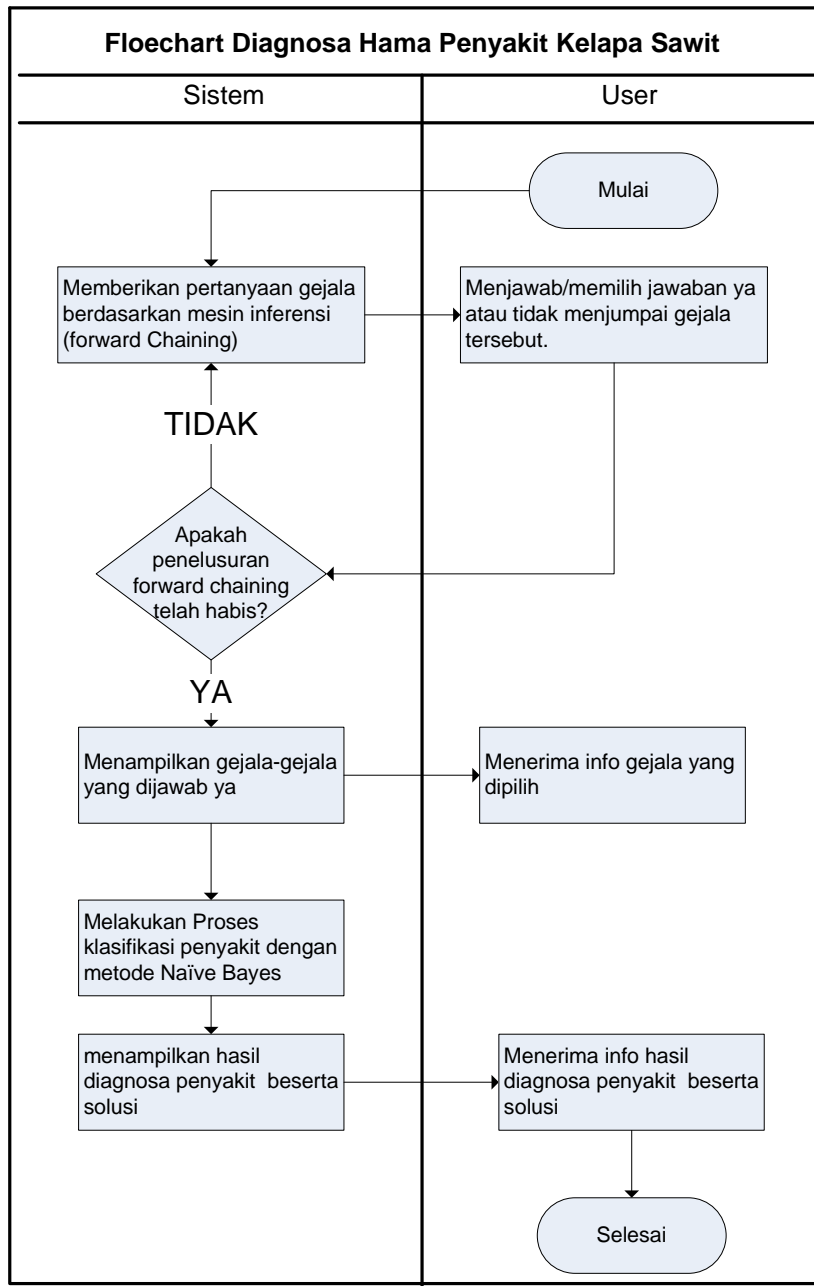
Untuk membangun sebuah sistem dibutuhkan analisa fungsional, yang terdiri dari: bagan alir sistem (*flowchart*), diagram konteks (*context diagram*), dan data *flow diagram* (DFD) level 1.

4.1.5.1 Flowchart

Flowchart (bagan alir sistem) adalah bagan-bagan yang mempunyai arus yang menggambarkan langkah-langkah penyelesaian suatu masalah. Berikut adalah *flowchart* untuk sistem pakar mendiagnosa hama penyakit kelapa sawit dan *flowchart* langkah diagnosa hama penyakit kelapa sawit dengan menggunakan metode *naïve bayes*:



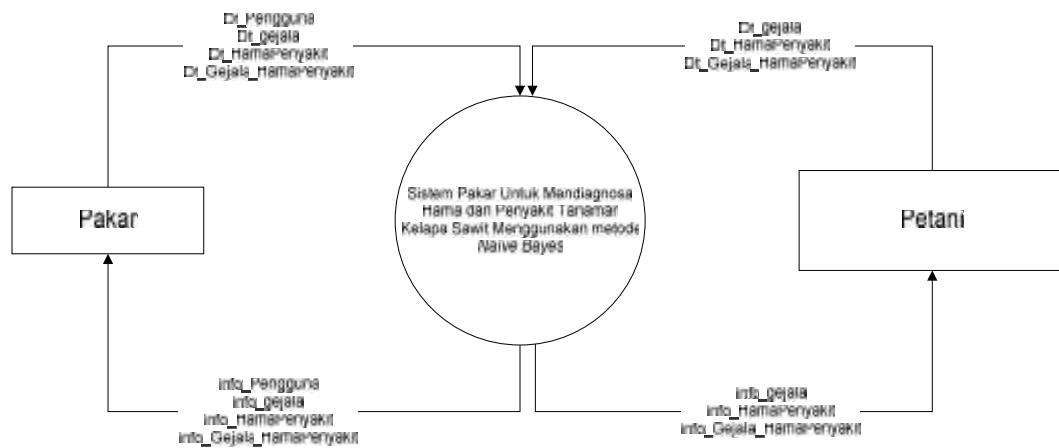
Gambar 4.2 Flowchart (Bagan Alir Sistem)



Gambar 4.3 Flowchart (Diagnosa Hama Penyakit)

4.1.5.2 Diagram Konteks (*Context Diagram*)

Diagram konteks untuk sistem pakar mendiagnosa hama dan penyakit kelapa sawit dengan menggunakan metode *naïve bayes* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.4 Diagram Konteks

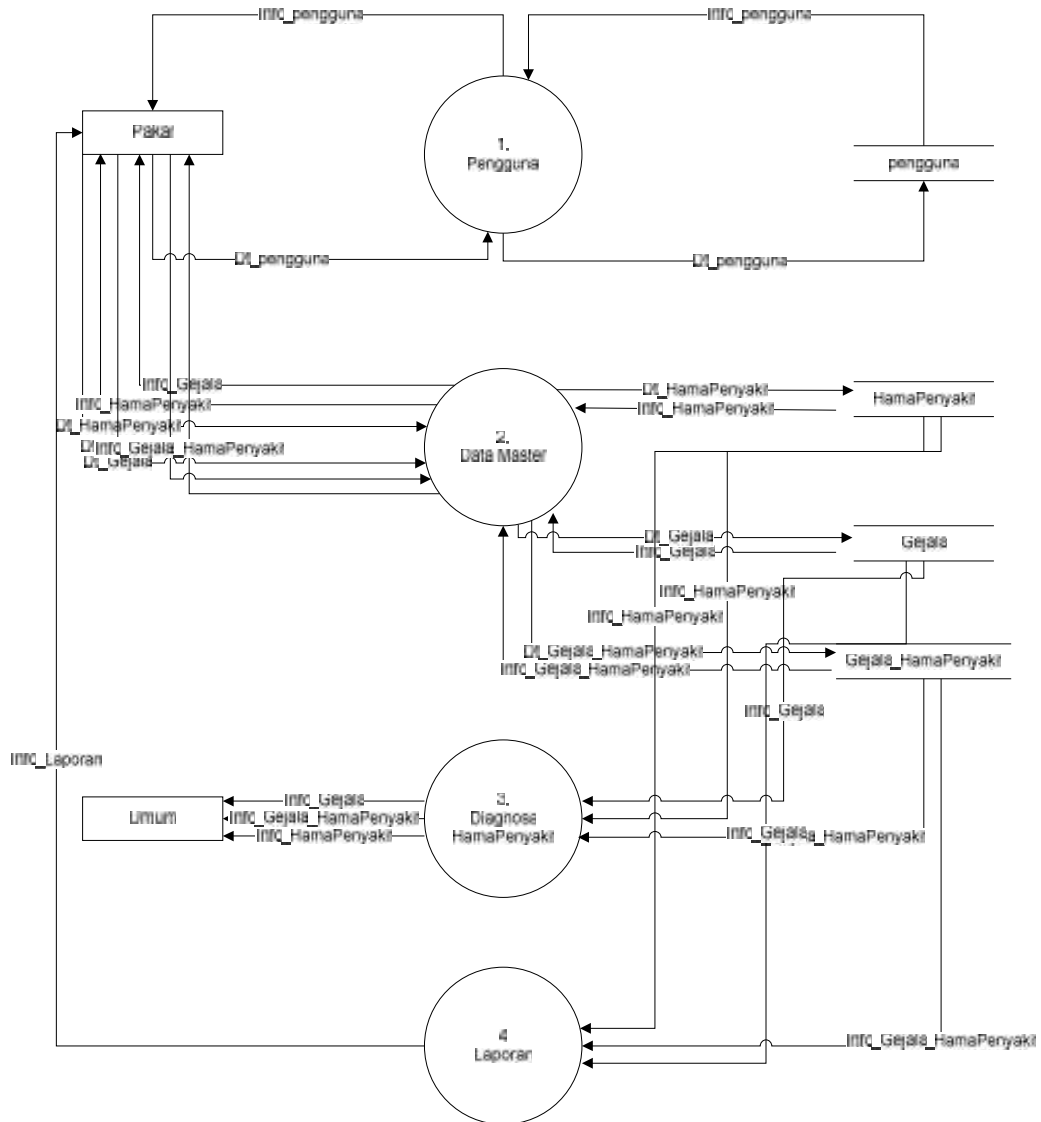
Entitas luar yang berhubungan dengan sistem pada gambar diagram konteks adalah :

Pakar mempunyai akses untuk menginput data gejala, data hama penyakit dan bobot dari gejala serta hama penyakit.

Umum sebagai pengguna langsung terhadap sistem dapat memilih gejala-gejala yang diderita berdasarkan info gejala yang dikeluarkan oleh sistem, setelah itu berdasarkan gejala-gejala yang dipilih oleh user maka sistem akan memproses dengan menggunakan metode *naïve bayes* sehingga menghasilkan sebuah kesimpulan penyakit yang diderita dengan tingkat nilai keyakinan atau kepercayaan serta pencegahan dan pengobatan yang ditampilkan sistem dalam info diagnosa.

4.1.5.3 Data Flow Diagram (DFD)

Data Flow Diagram (DFD) untuk sistem pakar mendiagnosa hama dan penyakit tanaman kelapa sawit dengan menggunakan metode *naïve bayes* adalah sebagai berikut:



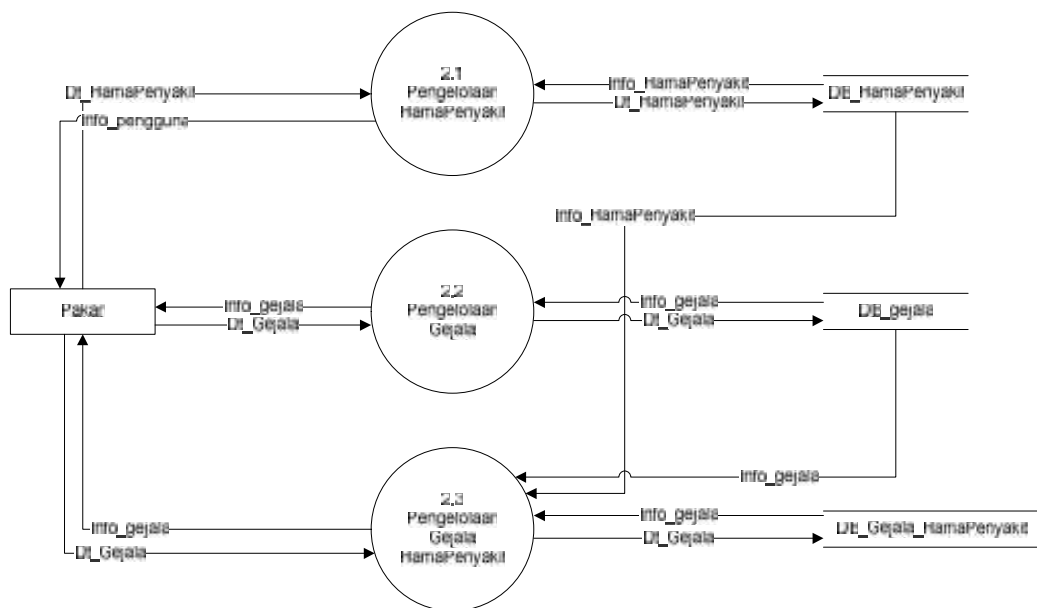
Gambar 4.5 DFD Level I

Tabel 4.6 Proses DFD Level 1

Nama	Deskripsi
Pengguna	berisi proses pengelolaan data pengguna
Data Master	Berisi proses yang melakukan pengolahan terhadap basis pengetahuan
Diagnosa Hama Penyakit	Berisi proses yang melakukan diagnosa hama penyakit berdasarkan dari basis pengetahuan dan rule yang ada.
Laporan	Berisi proses pembuatan laporan

Tabel 4.7 Aliran data DFD level 1

Nama	Deskripsi
Dt_pengguna	Data yang berisi pengelolaan data pengguna
Dt_HamaPenyakit	Data yang berisi pengelolaan hamapenyakit
Dt_gejala	Data yang berisi pengelolaan data gejala
Dt_gejala_HamaPenyakit	Data yang berisi pengelolaan data gejala hama penyakit
Info_pengguna	info yang berisi pengelolaan data pengguna
Info _HamaPenyakit	info yang berisi pengelolaan data hamapenyakit
Info _gejala	info yang berisi pengelolaan data gejala
Info _gejala_HamaPenyakit	info yang berisi pengelolaan data gejala hamapenyakit
Info _laporan	info yang berisi laporan



Gambar 4.6 DFD Level 2

Tabel 4.8 Proses DFD Level 2

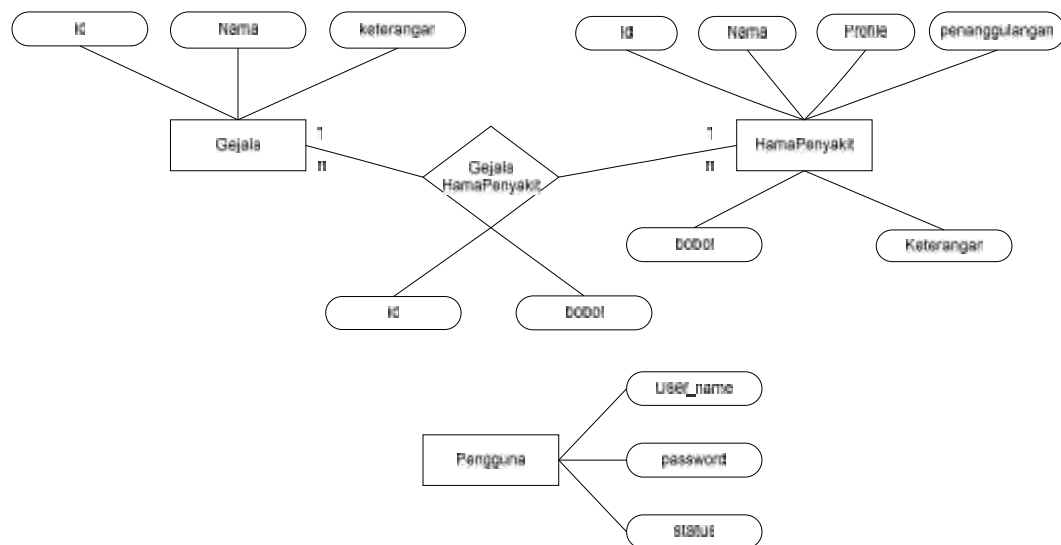
Nama	Deskripsi
Pengelolaan HamaPenyakit	berisi proses pengelolaan hamapenyakit
Pengelolaan Gejala	Berisi proses pengelolaan gejala
Pengelolaan Gejala HamaPenyakit	Berisi proses gejala hama penyakit kelapa sawit.

Tabel 4.9 Aliran data DFD level 2

Nama	Deskripsi
Dt_HamaPenyakit	Data yang berisi pengelolaan data HamaPenyakit
Dt_gejala	Data yang berisi pengelolaan data gejala
Dt_gejala_HamaPenyakit	Data yang berisi pengelolaan data gejala hamapenyakit
Info _HamaPenyakit	info yang berisi pengelolaan hamapenyakit
Info _gejala	info yang berisi pengelolaan data gejala
Info _gejala_HamaPenyakit	info yang berisi pengelolaan data gejala hamapenyakit

4.1.5.4 Analisa Data Sistem

Analisa data sistem menjelaskan mengenai hubungan antar tabel atau yang biasa disebut dengan *Entity Relationship Diagram (ERD)*.



Gambar 4.7 Entity Relationship Diagram (ERD)

4.2 Perancangan Sistem

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

4.2.1 Perancangan Basis Data

Basis data yang akan dirancang atau dibangun dengan nama basis data “database_mustaqim”, dimana pada basis data ini terdiri dari 4 tabel yaitu: tabel admin, tabel gejala, tabel penyakit, tabel gejala penyakit dan tabel diagnose

4.2.1.1 Tabel Gejala

Nama tabel : Admin

Deskripsi : Tabel admin

Tabel 4.10 Deskripsi Tabel Admin

No	Field	Type	Keterangan
1	User Name	Text (50)	Nama User
2	Password	Text (30)	Password

4.2.1.2 Tabel Gejala

Nama tabel : gejala

Deskripsi : tabel gejala

Tabel 4.11 Deskripsi Tabel Gejala

No	Field	Type	Keterangan
1	Id	Number (10)	Id gejala
2	Nama	Text (50)	Nama gejala
3	Keterangan	Text (50)	Keterangan gejala

4.2.1.3 Tabel Gejala HamaPenyakit

Nama tabel : Gejala HamaPenyakit

Deskripsi : tabel Gejala HamaPenyakit

Tabel 4.12 Deskripsi Tabel Gejala HamaPenyakit

No	Field	Type	Keterangan
1	Id	Number (10)	Id gejala HamaPenyakit
2	Id_HamaPenyakit	Number (10)	Id HamaPenyakit
3	Id_gejala	Number (10)	Id gejala
4	Bobot	Number (10)	Bobot HamaPenyakit

4.2.1.4 Tabel HamaPenyakit

Nama tabel : HamaPenyakit

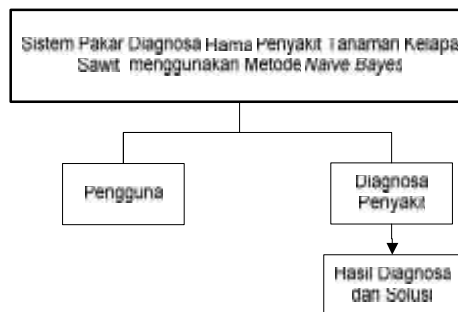
Deskripsi : tabel HamaPenyakit

Tabel 4.13 Deskripsi Tabel Hama Penyakit

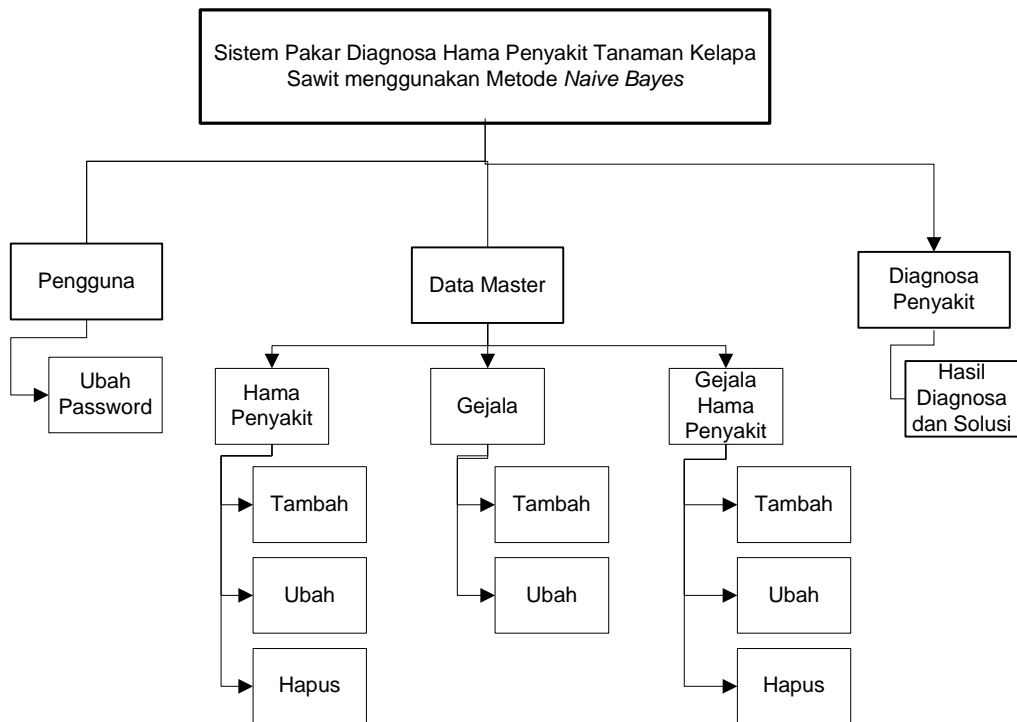
No	Field	Type	Keterangan
1	Id	Number (10)	Id HamaPenyakit
2	Nama	Text (50)	Nama HamaPenyakit
3	Profil	Text (50)	Profil HamaPenyakit
4	Penanggulangan	Text (50)	Penanggulangan HamaPenyakit
5	Keterangan	Text (50)	Keterangan HamaPenyakit
6	Bobot	Number (10)	Bobot HamaPenyakit

4.2.2 Perancangan Struktur Menu

Rancangan struktur menu Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kelapa Sawit menggunakan Metode Naïve Bayes terdiri dari dua otoritas, yaitu Petani dan Pakar. Struktur menu otoritas Petani dapat dilihat pada Gambar 4.8 dan struktur menu otoritas Pakar dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.8 Struktur Menu Otoritas Petani



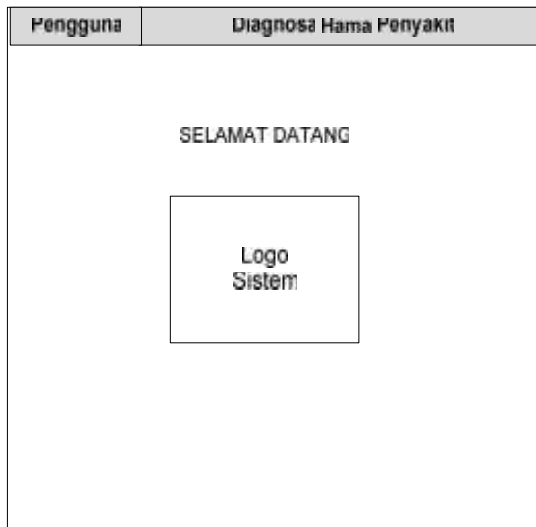
Gambar 4.9 Struktur Menu Otoritas Pakar

4.2.3 Perancangan Antarmuka (*Interface*)

Perancangan antar muka sistem bertujuan untuk menggambarkan sistem yang akan dibangun. Berikut ini adalah rancangan antar muka Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kelapa Sawit.

4.2.3.1 Rancangan Menu Utama

Menu Beranda menampilkan halaman utama sistem pakar yang di dalamnya terdapat menu *log in*, Pengguna, Data Master dan Diagnosa Hama Penyakit. Rancangan antarmuka menu utama pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Rancangan Menu Utama

4.2.3.2 Rancangan Menu Diagnosa Penyakit

Menu Diagnosa Hama Penyakit digunakan untuk konsultasi mengenai gejala yang dialami tanaman Kelapa Sawit, mendiagnosa hama penyakitnya dan hasil diagnosanya dapat dilihat pada Gambar 4.11.

DIAGNOSA PENYAKIT

No	Gejala Yang dipilih

Jawablah pertanyaan berikut ini sesuai dengan gejala yang dialami oleh tanaman Kelapa Sawit anda.
 (*Pertanyaan mengenai gejala yang dialami tanaman Kelapa Sawit*) ?

Ya Tidak

HASIL DIAGNOSA

Hama Penyakit	Profil	Penanggulangan	Probabilitas

Gambar 4.11 Rancangan Menu Diagnosa dan Solusi dari Hama Penyakit

Perancangan antarmuka selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran C.

4.3 Perancangan *Pseudocode*

Perancangan *pseudocode* berisi algoritma metode *naïve bayes* yang akan diimplementasikan pada sistem pakar untuk mendignosa hama penyakit tanaman kelapa sawit

4.3.1. *Decision Tree*

```
Public Class DecisionTreeNB
    Dim dtbSS As New DataTable
    Dim dtbXX As New DataTable
    Dim strQ As String

    Public Gejala As Array '2D (IDGejala,Nama)
    Public Choosen As Array '1D - Apakah gejala sudah dipilih -
Tipe Boolean
    Public Quastioned As Array '1D - Apakah gejala sudah
ditanyakan - Tipe Boolean
    Public Probabilitas As Array
    Public JumlahGejala As Integer

    Dim arrHama() As Integer
    Dim isNext As Boolean
    Dim isHasil As Boolean = False
    Dim idHasil As Integer

    Private Sub CountGejala()
        Dim i As Integer
        Dim j As Boolean

        'hitung banyak gejala pada penyakit -----
-----
        strQ = "select ID from Gejala order by ID"

        setDataTableSQL(strQ, dtbSS)

        If dtbSS.Rows.Count = Nothing Then
            MsgBox("Data Gejala tidak ada.", MsgBoxStyle.Critical,
sisName)
        Exit Sub
        Else
            JumlahGejala = dtbSS.Rows.Count

            For i = 0 To JumlahGejala - 1
                strQ = "select distinct IDHama from
GejalaHamaPenyakit where IDGejala = " & dtbSS.Rows(i)(0)

                setDataTableSQL(strQ, dtbXX)

                If dtbXX.Rows.Count = Nothing Then
                    MsgBox("Ada beberapa gejala yang tidak
terdaftar sebagai Gejala Pada Hama / Penyakit.",
MsgBoxStyle.Critical, sisName)
                    MsgBox(dtbSS.Rows(i)(0))
                End If
            Next i
        End If
    End Sub
End Class
```

```

        Exit Sub
    Else
        strQ = "update Gejala set Jumlah = " &
dtbXX.Rows.Count & " where ID = " & dtbSS.Rows(i)(0)

        j = runSQL(strQ, False)

        If j Then

            End If
        End If
    Next
End If

'ambil gejala order by Max Jumlah -----
-----
    Gejala = Array.CreateInstance(GetType(String),
JumlahGejala, 2)
    Chosen = Array.CreateInstance(GetType(Boolean),
JumlahGejala)
    Quastioned = Array.CreateInstance(GetType(Boolean),
JumlahGejala)
    Probabilitas = Array.CreateInstance(GetType(Double),
JumlahGejala)

    strQ = "select * from Gejala order by Jumlah desc"

    setDataTableSQL(strQ, dtbSS)

    For i = 0 To JumlahGejala - 1
        Gejala(i, 0) = dtbSS.Rows(i)(0)
        Gejala(i, 1) = dtbSS.Rows(i)(1)
        Probabilitas(i) = dtbSS.Rows(i)(3)
        Chosen(i) = False
        Quastioned(i) = False
    Next
End Sub

Public Sub Processing()
    Dim iterasi As Integer = 1
    Dim gjl As String
    Dim idxGejala As Integer
    Dim jwb As Integer
    Dim objItem As ListViewItem

    idHasil = -1
    CountGejala()

    isNext = True

    Do While (isNext)
        If iterasi >= JumlahGejala Then
            isNext = False
        Else
            If iterasi = 1 Then
                idxGejala = iterasi - 1
            End If
        End If
    Loop

```

```

        End If

        gjl = Gejala(idxGejala, 1)

        jwb = MsgBox("Apakah '" & gjl & "'?",
MsgBoxStyle.YesNo, sisName)

        If jwb = vbYes Then
            Choosen(idxGejala) = True
            objItem =
F_Diagnosa.lstGejala.Items.Add(iterasi)
            objItem.SubItems.Add(Gejala(idxGejala, 1))
        End If

        Quastioned(idxGejala) = True

        'prepare next gejala
        idxGejala = getNextGejala()
        ' MsgBox(idxGejala)
        iterasi += 1
    End If
Loop

    generateHama()
End Sub

Private Function getNextGejala() As Integer
    Dim nextGjl As Integer
    Dim i, j As Integer
    Dim status As Boolean = False
    Dim idxHH As Integer = 0
    Dim idXX As Integer = 0

    arrHama = Array.CreateInstance(GetType(Integer), 1)

    'jika ada terpilih ya
    If isAnyYes() Then
        'pilih hama yang mengandung gejala-gejala terpilih ---
        -----
        strQ = "select ID from HamaPenyakit order by ID"

        setDataTableSQL(strQ, dtbSS)

        Dim isAda As Boolean = True

        For i = 0 To dtbSS.Rows.Count - 1
            isAda = True

            For j = 0 To JumlahGejala - 1
                If isAda Then
                    If Choosen(j) Then
                        strQ = "select IDHama from
GejalaHamaPenyakit where IDHama = " & dtbSS.Rows(i)(0)
                        strQ += " and IDGejala = " & Gejala(j,
0) & " "
                    End If
                End If
            Next j
        Next i
    End If
    Return nextGjl
End Function

```

```

        setDataTableSQL(strQ, dtbXX)

        If dtbXX.Rows.Count = Nothing Then
            isAda = False
        End If
    End If
Else
    Exit For
End If
Next

If isAda Then
    If idxHH = 0 Then
        arrHama(idxHH) = dtbSS.Rows(i)(0)
    Else
        Array.Resize(arrHama, arrHama.Length + 1)
        arrHama(idxHH) = dtbSS.Rows(i)(0)
    End If

    idxHH += 1
End If
Next

' MsgBox("hama terpilih = " & idxHH)

If idxHH = 0 Then
    MsgBox("tidak ada hama yg mengandung gejala
terpilih")
ElseIf idxHH = 1 Then
    ' MsgBox("penyakit sudah ditemukan")
    strQ = "select GejalaHamaPenyakit.IDGejala,
Gejala.Jumlah from GejalaHamaPenyakit,Gejala where
GejalaHamaPenyakit.IDGejala = Gejala.ID "
    strQ += "and GejalaHamaPenyakit.IDHama = " &
arrHama(0) & " order by Gejala.Jumlah desc"

    setDataTableSQL(strQ, dtbSS)

    If dtbSS.Rows.Count = Nothing Then
        MsgBox("next gejala tidak ada")
    Else
        Dim apaalah As Boolean = True

        For i = 0 To dtbSS.Rows.Count - 1
            If
Quastioned(getIndexGejala(dtbSS.Rows(i)(0))) = False Then
                nextGjl =
getIndexGejala(dtbSS.Rows(i)(0))
                ' MsgBox(strQ)
                apaalah = True
                Exit For
            Else
                apaalah = False
            End If
        Next
    End If
Next

```

```

        If apaalah = False Then
            isNext = False
        End If
    End If
Else
    'pilih gejala berdasarkan hama terpilih
    Dim isNextGejala As Boolean = False

    For j = 0 To arrHama.GetUpperBound(0)
        strQ = "select GejalaHamaPenyakit.IDGejala,
Gejala.Jumlah from GejalaHamaPenyakit,Gejala where
GejalaHamaPenyakit.IDGejala = Gejala.ID "
        strQ += "and GejalaHamaPenyakit.IDHama = " &
arrHama(j) & " order by Gejala.Jumlah desc"

        setDataTableSQL(strQ, dtbSS)

        If dtbSS.Rows.Count = Nothing Then
            MsgBox("next gejala tidak ada")
        Else
            For i = 0 To dtbSS.Rows.Count - 1
                If
Quastioned(getIndexGejala(dtbSS.Rows(i)(0))) = False Then
                    nextGjl =
getIndexGejala(dtbSS.Rows(i)(0))
                    isNextGejala = True
                    '        MsgBox(strQ)
                    Exit For
                End If
            Next
        End If

        If isNextGejala Then
            Exit For
        End If
    Next

    If isNextGejala = False Then
        '        MsgBox("Gejala telah habis")
        isNext = False
    End If
End If
Else
    'pilih gejala selanjutnya yg belum ditanya order by
maxCount
    For i = 0 To JumlahGejala - 1
        If Quastioned(i) = False Then
            nextGjl = i
            Exit For
        End If
    Next
End If

Return nextGjl
End Function

```

```

Private Function isAnyYes() As Boolean
    Dim i As Integer

    For i = 0 To JumlahGejala - 1
        If Choosen(i) Then
            Return True
            Exit Function
        End If
    Next

    Return False
End Function

Private Function getIndexGejala(ByVal idGjl As Integer) As
Integer
    Dim i As Integer

    For i = 0 To JumlahGejala - 1
        If idGjl = Val(Gejala(i, 0)) Then
            Return i
            Exit Function
        End If
    Next
End Function

Private Sub generateHama()
    Dim i, j As Integer
    Dim objItem As ListViewItem
    Dim pHama As Double
    Dim pGjl As Double

    For i = 0 To arrHama.GetUpperBound(0)
        strQ = "select * from HamaPenyakit where ID = " &
arrHama(i)

        setDataTableSQL(strQ, dtbSS)
        pHama = dtbSS.Rows(0)(4)

        With F_Diagnosa
            objItem = .lstHama.Items.Add(i + 1)
            objItem.SubItems.Add(dtbSS.Rows(0)(1))

            For j = 0 To JumlahGejala - 1
                If Choosen(j) Then
                    strQ = "select Bobot from
GejalaHamaPenyakit where IDHama = " & arrHama(i) & " and IDGejala
= " & Gejala(j, 0)

                    setDataTableSQL(strQ, dtbXX)

                    pGjl = dtbXX.Rows(0)(0)

                    pHama *= pGjl
                End If
            Next
        End With
    Next
End Sub

```



```

                objItem.SubItems.Add(pHama)
            End With
        Next
    End Sub
End Class

```

4.3.2. Proses Diagnosa Penyakit.

```

Public Class F_Diagnosa
    Dim dctNB As DecisionTreeNB

    Private Sub F_Diagnosa_Load(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.EventArgs) Handles MyBase.Load
        setLst()
    End Sub

    Private Sub setLst()
        Dim intWidth As Integer = lstGejala.Width - 5
        dctNB = New DecisionTreeNB

        lstGejala.Columns.Clear()

        lstGejala.Columns.Add("No.", CInt(intWidth / 5))
        lstGejala.Columns.Add("Gejala", CInt(intWidth / 2))

        lstGejala.Items.Clear()

        lstHama.Columns.Clear()

        lstHama.Columns.Add("No.", CInt(intWidth / 10))
        lstHama.Columns.Add("Hama / Penyakit", CInt(intWidth / 2))
        lstHama.Columns.Add("Probabilitas", CInt(intWidth / 2))

        lstHama.Items.Clear()
    End Sub

    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal
e As System.EventArgs)
        dctNB.Processing()
    End Sub

    Private Sub Button3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal
e As System.EventArgs)
        setLst()
    End Sub

    Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal
e As System.EventArgs)
        Me.Close()
    End Sub

    Private Sub Button1_Click_1(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.EventArgs) Handles Button1.Click
        dctNB.Processing()
    End Sub

```

```

        Private Sub Button3_Click_1(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.EventArgs) Handles Button3.Click
            setLst()
        End Sub

        Private Sub Button2_Click_1(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.EventArgs) Handles Button2.Click
            Me.Close()
        End Sub

        Private Sub Button4_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal
e As System.EventArgs) Handles Button4.Click
            Dim i As String =
lstHama.SelectedItems(0).SubItems(1).Text

            F_ViewPenanggulangan.hama = i
            F_ViewPenanggulangan.MdiParent = FormUtama
            F_ViewPenanggulangan.Show()
        End Sub
    End Class

```

BAB V

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

5.1 Implementasi

Implementasi merupakan tahap untuk dapat mengetahui apakah sistem yang dikembangkan telah menghasilkan tujuan yang diinginkan dengan melakukan pengkodean dari hasil analisa dan perancangan kedalam sistem.

Sistem pakar untuk mendiagnosa hama dan penyakit kelapa sawit menggunakan metode *naive bayes* dirancang dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic.Net* dan menggunakan *database* Microsoft Access 2007

5.1.1 Batasan Implementasi

Batasan implementasi dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic.Net* dan *database* Ms Access 2007
2. User memberikan tanda terhadap gejala diderita yang berasal dari pakar, setelah itu sistem akan memproses dan memberikan kesimpulan hama penyakit yang diderita dan tingkat kepercayaannya berdasarkan gejala yang dipilih.

5.1.2 Lingkungan Implementasi

Lingkungan implementasi adalah lingkungan dimana aplikasi ini dikembangkan. Lingkungan implementasi sistem ada dua yaitu lingkungan perangkat keras dan perangkat lunak, dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

- a. *Processor* : Intel Core2duo
- b. *Memory* : 3 GHz
- c. *Hardisk* : 250 GB

2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan yaitu sebagai berikut:

- a. Sistem Operasi : *Windows XP*
- b. Bahasa Pemrograman : *Visual Basic.Net*
- c. DBMS : *Database Ms Access 2007*

5.1.3 Analisis Hasil

Sistem pakar untuk mendiagnosa hama dan penyakit tanaman kelapa sawit menggunakan metode *naive bayes*. Pada sistem pakar ini memiliki menu utama yang berisi item-item pilihan, terdiri dari memulai untuk diagnosa, menampilkan jenis gejala, menampilkan cara pemberantasan penyakit.

5.1.4 Implementasi Model Persoalan

Model persoalan pada sistem pakar ini akan menghasilkan jenis hama dan penyakit yang diderita dan tingkat keyakinannya berdasarkan gejala yang dipilih oleh pengguna, serta memberikan sebuah solusi untuk pemberantasan yang dapat dilihat pada *item* menampilkan cara pemberantasan hama dan penyakit. Jika ingin mengetahui jenis hama dan penyakit yang diderita, maka langkah-langkah untuk mendiagnosa yang dilakukan oleh pengguna adalah sebagai berikut:

5.1.4.1 Tampilan Menu Utama

Menu utama pada sistem ini berisi item-item pilihan, terdiri dari memulai untuk diagnosa. Hal ini seperti yang terlihat pada gambar 5.1 tampilan menu utama sistem pakar untuk mendiagnosa hama dan penyakit kelapa sawit dengan menggunakan metode *naive bayes* :



Gambar 5.1 Tampilan Form Utama

5.1.4.2 Tampilan Menu Mulai Diagnosa

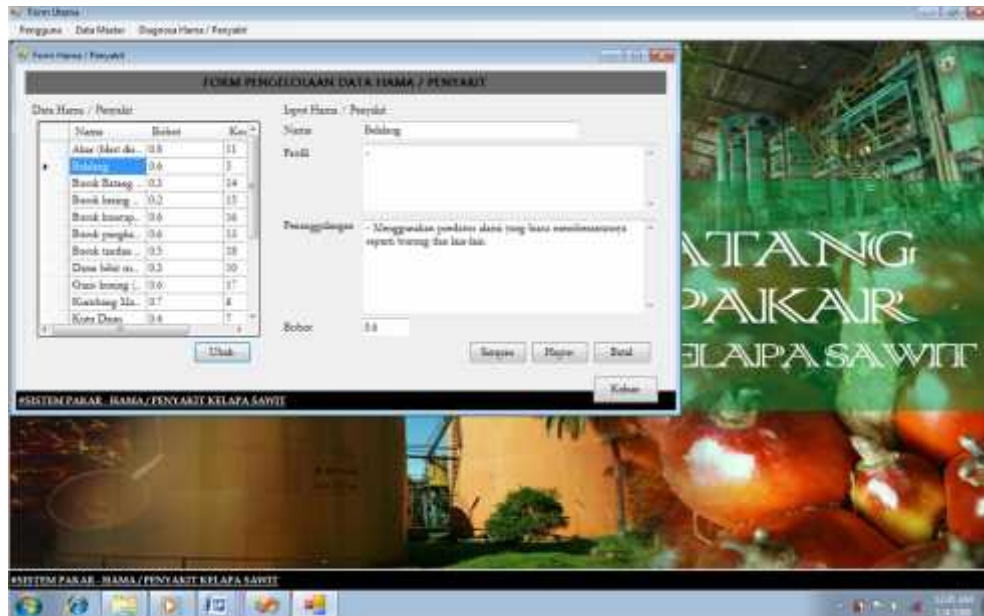
Menu mulai diagnosa merupakan menu layanan yang diberikan oleh sistem agar *user* dapat berkonsultasi layaknya berkonsultasi dengan sistem pakar dengan memilih gejala yang diberikan oleh sistem dan mendapat hasil berupa hama dan penyakit yang diderita tanaman kelapa sawit. Tampilan menu mulai diagnosa adalah sebagai berikut:



Gambar 5.2 Tampilan Form Diagnosa Hama Penyakit

5.1.4.3 Tampilan Data Hama Penyakit

Form ini digunakan Pakar untuk melakukan proses tambah, ubah dan hapus hama penyakit. Tampilan data hama penyakit adalah sebagai berikut:



Gambar 5.3 Tampilan Form Pengelolaan Data Hama Penyakit

5.1.4.4 Tampilan Pengelolaan Data Gejala

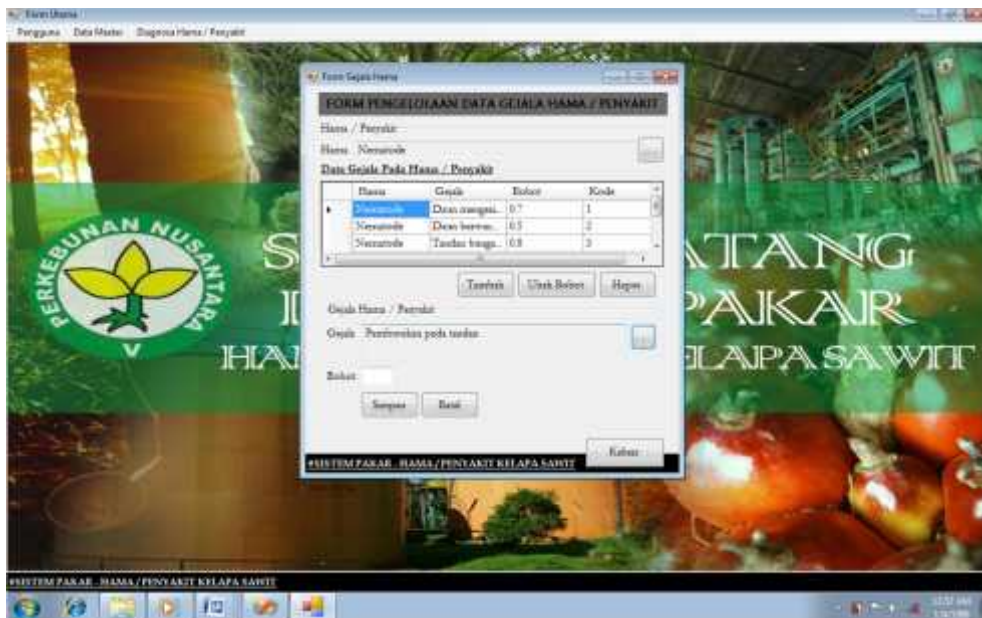
Form ini digunakan Pakar untuk melakukan proses tambah, ubah dan hapus gejala hama penyakit. Tampilan data gejala dari hama penyakit adalah sebagai berikut:



Gambar 5.4 Tampilan Form Pengelolaan Data Gejala

5.1.4.5 Tampilan Pengelolaan Gejala Hama Penyakit

Form ini digunakan Pakar untuk melakukan proses tambah, ubah dan hapus gejala hama penyakit. Tampilan data gejala dari hama penyakit adalah sebagai berikut:



Gambar 5.5 Tampilan Form Pengelolaan Data Gejala Hama Penyakit

5.2 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk menjamin sistem yang dibuat sesuai dengan hasil analisis dan perancangan dan menghasilkan satu kesimpulan. Sebelum sistem diimplementasikan terlebih dahulu harus dipastikan program bebas dari kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi.

5.2.1 Lingkungan Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan pada lingkungan perangkat keras dan lingkungan perangkat lunak.

5.2.2 Perangkat Lunak Pengujian

Perangkat lunak sistem ini akan diuji dengan menggunakan:

- a. Sistem operasi *Windows XP*.
- b. Bahasa Pemrograman *visual basic.net* dengan *Database Ms Acces*

5.2.3 Perangkat Keras Pengujian

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Processor Intel *Core2duo*.
- b. Memori 3 GB.
- c. Hardisk 250 GB.

5.2.4 Pengujian *Black Box*

5.2.4.1 Modul Pengujian Mendiagnosa Penyakit

Prekondisi:

- 1 Tampilan layar menu utama sistem pakar.
- 2 Klik tombol mulai diagnosa.

Tabel 5.1. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Konsultasi

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian menjawab pertanyaan berdasarkan hama penyakit yang diderita tanaman kelapa sawit	Tampilan layar menu utama Sistem Pakar	1. Klik tombol proses diagnosa 2. Akan tampil pertanyaan	Menjawab pertanyaan atau tidak	Tampil hasil diagnosa	Layar yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tampil hasil diagnosa	Diterima
				Tampil probabilitas penyakit dan cara pemberantasannya		Tampil probabilitas penyakit dan cara pemberantasannya	Diterima

5.2.4.2 Modul Pengujian Tampil Hama Penyakit dan Tingkat Kepercayaan

Prekondisi:

- 1 Tampilan layar menu validasi diagnosa
- 2 Klik tombol proses untuk melihat penyakit yang diderita dan tingkat kepercayaannya.

Tabel 5.2. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban “ya”: 1. Daun mengering 2. Daun berwarna kuning 3. Tandan bunga atau tombak tidak membuka	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh hama nematoda sebesar 0.224	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit hama nematoda dengan probabilitasnya sebesar 0.224. ‘lihat detail hama penyakit’, maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

Tabel 5.2a. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya (Lanjutan)

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban ya: 1. Daun mengering 2. Bercak atau bintik pada daun 3. Kerusakan pada bibit 4. Kerusakan pada daun bagian bawah 5. Daun berwarna perunggu mengkilap	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh hama tungau sebesar 0.0324	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit hama tungau dengan probabilitasnya sebesar 0.0324. 'lihat detail hama penyakit', maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

Tabel 5.2b. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya (Lanjutan)

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban ya: 1. Daun berlubang 2. Kerusakan pada daun bagian bawah 3. Tanaman kehilangan daun sekitar 90% 4. Produksi menurun 60% 5. Produksi menurun 27%	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh hama ulat api sebesar 0.0648	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit hama ulat api dengan probabilitasnya sebesar 0.0648. 'lihat detail hama penyakit', maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

Tabel 5.2c. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya (Lanjutan)

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban ya: 1. Daun mengering 2. Daun berlubang 3. Daun tidak utuh	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh hama ulat kantong sebesar 0.1225	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit hama ulat kantong dengan probabilitasnya sebesar 0.1225. 'lihat detail hama penyakit', maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

Tabel 5.2d. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya (Lanjutan)

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban ya: 1. Kerusakan pada bibit 2. Daun tidak utuh 3. Dibagian tepi daun tampak bekas gigitan	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh hama belalang sebesar 0.168	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit hama belalang dengan probabilitasnya sebesar 0.168. 'lihat detail hama penyakit', maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

Tabel 5.2e. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya (Lanjutan)

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban ya: 1. Daun mengering 2. Daun berlubang	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh hama kumbang malam sebesar 0.336	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit hama kumbang malam dengan probabilitasnya sebesar 0.336. 'lihat detail hama penyakit', maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

Tabel 5.2f. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya (Lanjutan)

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban ya: 1. Daun berwarna kuning 2. Kerusakan pada jaringan akar	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh hama kutu daun sebesar 0.252	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit hama kutu daun dengan probabilitasnya sebesar 0.252. 'lihat detail hama penyakit', maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

Tabel 5.2g. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya (Lanjutan)

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban ya: 1. Buah muda atau buah tua terlihat berlubang-lubang	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh hama penggerak tandan buah sebesar 0.25	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit hama penggerak tandan buah dengan probabilitasnya sebesar 0.25. 'lihat detail hama penyakit', maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

Tabel 5.2h. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya (Lanjutan)

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban ya: 1. Kerusakan pada pelepah 2. Tanaman mati	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh hama tikus sebesar 0.504	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit hama tikus dengan probabilitasnya sebesar 0.504. 'lihat detail hama penyakit', maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

Tabel 5.2i. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya (Lanjutan)

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban ya: 1. Daun mengering 2. Daun berwarna kuning	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh penyakit daun bibit muda sebesar 0.126	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit penyakit dengan probabilitasnya sebesar 0.126. 'lihat detail hama penyakit', maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

Tabel 5.2j. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya (Lanjutan)

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban ya: 1. Daun berwarna kuning 2. Akar menjadi lunak 3. Akar menjadi layu	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh penyakit akar sebesar 0.2688	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit penyakit akar dengan probabilitasnya sebesar 0.27216. 'lihat detail hama penyakit', maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

Tabel 5.2k. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya (Lanjutan)

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban ya: 1. Kerusakan pada pelepah 2. Daun sobek atau tidak ada sama sekali	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh penyakit sebesar 0.28	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit penyakit tajuk dengan probabilitasnya sebesar 0.28. 'lihat detail hama penyakit', maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

Tabel 5.21. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya (Lanjutan)

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban ya: 1. Kerusakan pada pelepah 2. Tanaman mati 3. Tandan bunga atau tombak tidak membuka	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh penyakit busuk pangkal batang sebesar 0.3024	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit penyakit dengan probabilitasnya sebesar 0.3024. 'lihat detail hama penyakit', maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

Tabel 5.2m. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya (Lanjutan)

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban ya: 1. Daun mati 2. Pucuk daun berubah warna 3. Pembusukan pada batang 4. Batang yang membusuk sekitar 2m diatas tanah berubah warna coklat keabu-abuan	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh penyakit busuk batang atas sebesar 0.07056	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit penyakit busuk batang atas dengan probabilitasnya sebesar 0.07056. 'lihat detail hama penyakit', maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

Tabel 5.2n. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya (Lanjutan)

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban ya: 1. Daun mengering 2. Pembedakan pada tandan 3. Tanaman mati	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh penyakit busuk kering pangkal batang sebesar 0.072	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit penyakit busuk kering pangkal batang dengan probabilitasnya sebesar 0.072. 'lihat detail hama penyakit', maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

Tabel 5.2o. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya (Lanjutan)

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban ya: 1. Pucuk membusuk dan berwarna kecoklatan 2. Pucuk membengkak dan melengkung	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh penyakit busuk kuncup sebesar 0.252	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit penyakit busuk kuncup dengan probabilitasnya sebesar 0.252. 'lihat detail hama penyakit', maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

Tabel 5.2p. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya (Lanjutan)

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban ya: 1. Daun mengering 2. Bercak atau bintik pada daun 3. Daun gugur	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh penyakit garis kuning sebesar 0.126	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit penyakit garis kuning dengan probabilitasnya sebesar 0.126. 'lihat detail hama penyakit', maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

Tabel 5.2q. Tabel Butir Uji Pengujian Modul Tampil Hama Penyakit Dan Probabilitasnya (Lanjutan)

Deskripsi	Prekondisi	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang diharapkan	Kriteria Evaluasi Hasil	Hasil yang didapat	Kesimpulan
Pengujian tampil hama penyakit dan probabilitasnya	Tampilan form diagnosa	1. Klik tombol proses	Gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan jawaban ya: 1. Pembedakan pada tandan 2. Kerusakan pada tanaman yang berumur 3 s/d 10 tahun 3. Ada benang (<i>miselium</i>) berwarna putih mengkilap menutupi kulit buah	Probabilitas tertinggi dimiliki oleh penyakit busuk tandan sebesar 0.16	Form yang ditampilkan sesuai dengan yang diharapkan	Tanaman Kelapa Sawit penyakit busuk tandan dengan probabilitasnya sebesar 0.16. 'lihat detail hama penyakit', maka akan tampil cara pemberantasannya.	Diterima

5.2.5 Pengujian User Acceptance Test

Pengujian *user acceptance test* dilakukan dengan memberikan kuisisioner yang berisi pernyataan seputar tugas akhir ini. Kuisisioner tersebut diberikan kepada *user* (pengguna) biasa dan pakar agar dapat menilai dan mengevaluasi sistem pakar untuk mendiagnosa hama penyakit tanaman kelapa sawit

5.2.5.1 User (Pengguna) Biasa

Kuisisioner diberikan kepada 2 orang. Adapun tanggapan dari kuisisioner yang telah diberikan adalah sebagai berikut:

Tabel 5.3 Tanggapan Hasil Pengujian Dengan Kuisisioner Dari Segi Tampilan.

No	Pernyataan	Tanggapan			
		TS	BS	S	SS
1	Dari segi tampilan, aplikasi ini sudah menggambarkan sistem pakar untuk mendiagnosa hama penyakit tanaman kelapa sawit menggunakan metode <i>naïve bayes</i>		2		
2	Navigasi atau menu-menu yang tersedia pada sistem pakar ini tidak terdapat kesulitan dalam penggunaannya (<i>user friendly</i>).			2	

*Keterangan: Tidak Setuju(TS), Biasa Saja(BS), Setuju(S), Sangat Setuju(SS).

Berdasarkan tabel 5.3 dapat disimpulkan bahwa dari segi tampilan untuk mencerminkan sistem pakar untuk mendiagnosa hama penyakit tanaman kelapa sawit mendapatkan tanggapan ‘biasa saja’ sebanyak 2 orang. Sedangkan navigasi yang tersedia dalam sistem pakar tidak mendapatkan kesulitan dalam penggunaan memperoleh tanggapan ‘setuju’ oleh *user* biasa sebanyak 2 orang.

5.2.5.2 Pakar (Ahli)

Tanggapan dari kuisisioner yang telah diberikan adalah sebagai berikut:

Tabel 5.4 Tanggapan Hasil Pengujian Dengan Kuisisioner Dari Segi Tampilan.

No	Pernyataan	Tanggapan			
		TS	BS	S	SS
1	Dari segi tampilan, aplikasi ini sudah menggambarkan sistem pakar untuk mendiagnosa hama penyakit tanaman kelapa sawit menggunakan metode <i>naïve bayes</i>			1	
2	Navigasi atau menu-menu yang tersedia pada sistem pakar ini tidak terdapat kesulitan dalam penggunaannya (<i>user friendly</i>).			1	

*Keterangan: Tidak Setuju(TS), Biasa Saja(BS), Setuju(S), Sangat Setuju(SS).

Berdasarkan tabel 5.4 dapat disimpulkan bahwa dari segi tampilan untuk mencerminkan sistem pakar untuk mendiagnosa hama penyakit tanaman kelapa sawit mendapatkan tanggapan ‘setuju’, dan juga navigasi yang tersedia dalam sistem pakar tidak mendapatkan kesulitan dalam penggunaan memperoleh tanggapan ‘setuju’ oleh pakar.

Tabel 5.5 Tanggapan Hasil Pengujian Dengan Kuisisioner Dari Segi Isi.

No	Pernyataan	Tanggapan			
		TS	BS	S	SS
1	Sistem pakar untuk mendiagnosa hama penyakit tanaman kelapa sawit ini dapat membantu dalam mendapatkan informasi tentang hama penyakit yang diderita oleh tanaman kelapa sawit				1
2	Informasi yang diberikan oleh aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosa hama penyakit tanaman kelapa sawit ini sudah lengkap baik gejala, hama penyakit dan pemberantasannya.			1	
3	Sistem pakar untuk mendiagnosa hama penyakit tanaman kelapa sawit ini dapat menghasilkan hama penyakit sesuai gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan dengan jawaban “ya” atau tidak dan hasil yang			1	

No	Pernyataan	Tanggapan			
	dikeluarkan atau direkomendasikan oleh sistem pakar ini sudah cocok dengan perhitungan pakar.				
4	Probabilitas hama penyakit tertinggi yang dihasilkan pada sistem pakar ini sudah benar.			1	
5	Aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosa hama penyakit tanaman kelapa sawit ini layak untuk digunakan pada PT. PNV				1

*Keterangan: Tidak Setuju(TS), Biasa Saja(BS), Setuju(S), Sangat Setuju(SS).

Berdasarkan tabel 5.5 dapat disimpulkan bahwa dari 5 pernyataan, 2 diantaranya mendapat tanggapan ‘sangat setuju’ dari pakar yaitu: sistem pakar ini dapat membantu dalam mendapatkan informasi tentang hama penyakit yang diderita oleh tanaman kelapa sawit dan sistem pakar ini layak digunakan untuk PT. PNV. Sedangkan 3 pernyataan lagi mendapat tanggapan ‘setuju’ dari pakar yaitu: Informasi yang diberikan oleh aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosa hama penyakit tanaman kelapa sawit ini sudah lengkap baik gejala, hama penyakit, maupun pemberantasannya, sistem pakar untuk mendiagnosa hama penyakit tanaman kelapa sawit ini dapat menghasilkan hama penyakit sesuai gejala yang dipilih berdasarkan pertanyaan dengan jawaban “ya” dan hasil yang dikeluarkan atau direkomendasikan oleh sistem pakar ini sudah cocok dengan perhitungan pakar dan probabilitas hama penyakit tertinggi yang dihasilkan pada sistem pakar ini sudah benar.

5.2.6 Pengujian Pakar

Pengujian pakar adalah pengujian yang dilakukan dengan membandingkan hasil kesimpulan hama penyakit antara hasil pakar dengan hasil sistem pakar. Hasil dari pengujian pakar adalah sebagai berikut:

Tabel 5.6 Perbandingan Hasil dari Pakar dan Hasil dari Sistem Pakar.

Pengujian	Gejala yang diuji atau dipilih berdasarkan jawaban “ya”	Hasil Hama Penyakit oleh Pakar	Hasil Hama Penyakit oleh Sistem	Kesimpulan
1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Daun mengering 2. Daun berwarna kuning 3. Tandan bunga atau tombak tidak membuka 	Nematoda	Nematoda dengan probabilitasnya 0.244	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.
2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Daun berwarna kuning 2. Bercak atau bintik pada daun 3. Kerusakan pada bibit 4. Kerusakan pada daun bagian bawah 5. Daun berwarna perunggu mengkilap 	Tungau	Tungau dengan probabilitasnya 0.0324	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.
3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Daun berlubang 2. Kerusakan pada daun bagian bawah 3. Tanaman kehilangan daun sekitar 90% 4. Produksi menurun 60% 5. Produksi menurun 27% 	Ulat Api	Ulat Api dengan probabilitasnya 0.0648	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.
4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Daun mengering 2. Daun berlubang 3. Daun tidak utuh 	Ulat Kantong	Ulat Kantong dengan probabilitasnya 0.1225	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.
5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kerusakan pada bibit 2. Daun tidak utuh 3. Dibagian tepi daun tampak bekas gigitan 	Belalang	Belalang dengan probabilitasnya 0.168	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.

Pengujian	Gejala yang diuji atau dipilih berdasarkan jawaban “ya”	Hasil Hama Penyakit oleh Pakar	Hasil Hama Penyakit oleh Sistem	Kesimpulan
6	1. Daun mengering 2. Daun berlubang	Kumbang Malam	Kumbang malam dengan probabilitasnya 0.336	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.
7	1. Daun berwarna kuning 2. Kerusakan pada jaringan akar	Kutu Daun	Kutu Daun dengan probabilitasnya 0.252	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.
8	Buah muda atau buah tua terlihat berlubang-lubang	Penggerak Tandan Buah	Penggerak Tandan Buah dengan probabilitasnya 0.25	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.
9	1. Terdapat kerusakan pada pelepah 2. Tanaman mati	Tikus	Tikus dengan probabilitasnya 0.504	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.
10	1. Daun mengering 2. Daun berwarna kuning	Daun Bibit Muda	Daun bibit muda dengan probabilitasnya 0.126	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.
11	1. Daun berwarna kuning 2. Akar menjadi lunak 3. Akar menjadi layu	Akar	Akar dengan probabilitasnya 0.2688	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.
12	1. Terdapat kerusakan pada pelepah 2. Terdapat daun sobek atau tidak ada sama sekali	Tajuk	Tajuk dengan probabilitasnya 0.28	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.
13	1. Terdapat kerusakan pada pelepah 2. Tanaman mati 3. Tandan bunga atau tombak tidak membuka	Busuk Pangkal Batang	Busuk Pangkal Batang dengan probabilitasnya 0.3024	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.
14	1. Daun mati 2. Pucuk daun berubah warna 3. Pembusukan pada	Busuk Batang Atas	Busuk batang atas dengan probabilitasnya 0.07056	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.

Pengujian	Gejala yang diuji atau dipilih berdasarkan jawaban “ya”	Hasil Hama Penyakit oleh Pakar	Hasil Hama Penyakit oleh Sistem	Kesimpulan
	batang 4. Batang yang membusuk sekitar 2 m diatas tanah berubah warna cokelat keabu-abuan			
15	1. Daun mengering 2. Pembusukan pada tandan 3. Tanaman mati	Busuk Kering Pangkal Batang	Busuk kering pangkal batang dengan probabilitasnya 0.072	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.
16	1. Pucuk membusuk dan berwarna kecoklatan 2. Pucuk membengkok dan melengkung	Busuk Kuncup	Busuk kuncup dengan probabilitasnya 0.252	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.
17	1. Daun mengering 2. Bercak atau bintik pada daun 3. Daun gugur	Garis Kuning	Garis kuning dengan probabilitasnya 0.126	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.
18	1. Pembusukan pada tandan 2. Kerusakan pada tanaman yang berumur 3-10 tahun 3. Ada benang (<i>miselum</i>) berwarna putih mengkilap menutupi kulit buah	Busuk Tandan	Busuk tandan dengan probabilitasnya 0.16	Hasil dari pakar dan sistem adanya kesesuaian.

5.2.7 Kesimpulan Pengujian

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan bahwa sistem pakar untuk mendiagnosa hama penyakit tanaman kelapa sawit dapat memberikan hasil berupa:

1. Pada pengujian *black box*, sistem pakar ini dapat memberikan informasi hama penyakit, gejala dan pemberantasannya sesuai harapan pakar dan perhitungan menggunakan metode *naïve bayes*.
2. Pada pengujian *user acceptance test*, dapat diambil kesimpulan bahwa sistem pakar ini dapat diterima dengan baik oleh pakar maupun oleh PT. PNV.
3. Pada pengujian pakar, dapat disimpulkan bahwa hasil antara pakar dengan sistem pakar mempunyai kesamaan atau kesesuaian.

BAB VI

P E N U T U P

6.1 Kesimpulan

Setelah melalui tahap pengujian sistem pakar untuk mendiagnosa hama penyakit tanaman kelapa sawit menggunakan metode *naïve bayes*, sehingga dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pakar untuk mendiagnosa hama dan penyakit kelapa sawit ini telah berhasil dibangun dengan menerapkan metode *naïve bayes* dan dapat memberikan informasi hama penyakit, probabilitasnya dan pemberantasannya berdasarkan gejala-gejala yang dijawab oleh *user*.
2. Penelusuran gejala hama penyakit dilakukan dengan menggunakan metode *naïve bayes*, dimana metode ini mampu mendiagnosa suatu hama penyakit berdasarkan gejala-gejala yang ada pada tanaman kelapa sawit.
3. Pada pengujian *user acceptance test*, dapat diambil kesimpulan bahwa system pakar ini dapat diterima dengan baik oleh *user* (petani) maupun oleh pakar.
4. Berdasarkan pengujian pakar dapat diambil kesimpulan bahwa hasil yang direkomendasikan oleh sistem pakar telah cocok dan sesuai serta memiliki kesamaan sebesar 90% dengan hasil pakar.
5. Sistem pakar ini tidak dapat dijadikan sebagai *final decision* dalam menentukan hama penyakit yang dialami tanaman kelapa sawit. Penalaran yang diperoleh dari konsultasi dengan ahli (pakar) tetap menjadi faktor utama dalam mendiagnosa hama penyakit tanaman kelapa sawit. Namun, hasil sistem ini akan berusaha mengarahkan *user* untuk fokus terhadap hama penyakit tanaman kelapa sawit berdasarkan gejala-gejala yang ditimbulkan.

6.2 Saran

Untuk pengembangan sistem pakar ini, penulis memberikan saran yaitu sistem pakar untuk mendiagnosa hama penyakit tanaman kelapa sawit agar dikembangkan menggunakan pengolahan citra berbasis android, sehingga sistem pakar memproses bukan berdasarkan gejala yang dipilih tetapi berdasarkan inputan gambar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arhami, Muhammad, *Konsep Dasar Sistem Pakar*, Yogyakarta, Andi. 2005.
- Domonigos, P., and Pazzani, M. *On The Optimality Of The Simple Bayesian Classifier Under Zero – One Loss*. 1997.
- Iyung Pahan. *Panduan Lengkap Kelapa Sawit. Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir*. Penebar Swadaya. Jakarta. 2006.
- Kusrini, *Sistem Pakar Teori dan Aplikasi*, Yogyakarta, Andi Offset, 2006.
- Kusumadewi, S., *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya*, Yogyakarta, Graha Ilmu, 2003.
- McLeod, Raymond, *Sistem Informasi Manajemen : Studi Sistem Informasi Berbasis Komputer Jilid II*, New Jersey, Prentice-Hall.1995.
- Rika Rosnelly dan Agus Hardjoko, “Pengembangan Sistem Informasi Diagnosis Penyakit Tropis Menggunakan Algoritma Naïve Bayesian”, *Konferensi Nasional Sistem dan Informatika 2011*; Bali, November 12, 2011.
- Shadiq, M. Amar, *Keoptimalan Naïve Bayes dalam Klasifikasi*. 2009
- Turban, E., Aronson J.E, *Decision Support System and Intelligent System*, 6th. Edition; New Jersey, Prentice Hall, International Edition, 2001.
- Turban, E., *Decision Support System and Expert System*, 4th. New Jersey, Prentice Hall, Inc, 1995.
- Utomo, Candra, *Penyakit-penyakit Eksotis Kelapa Sawit*, Yogyakarta, 2005.