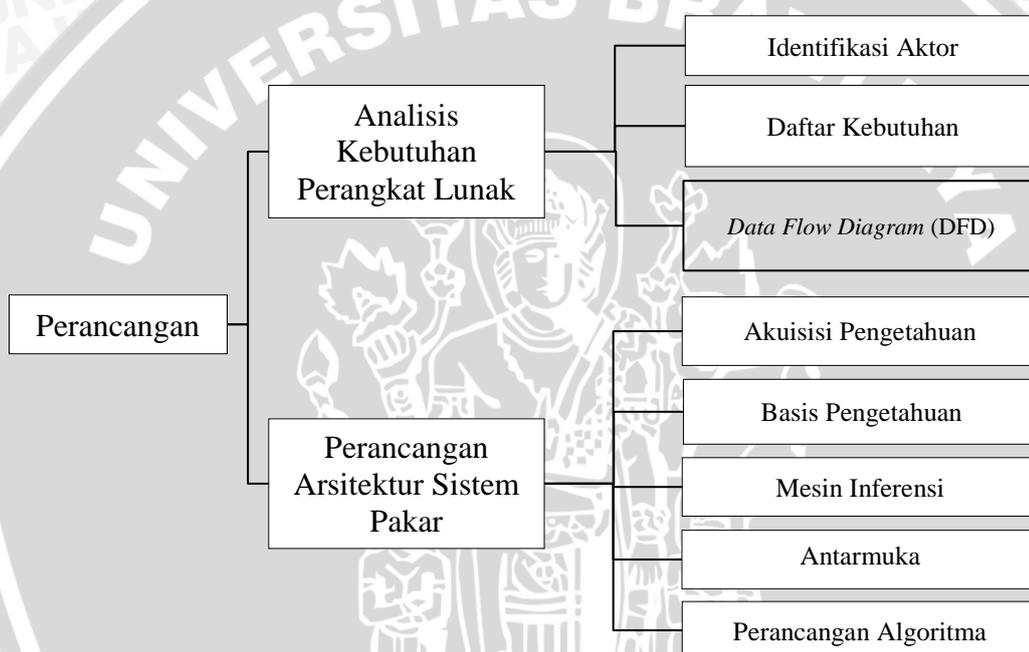


## BAB IV PERANCANGAN

Bab ini membahas mengenai perancangan Pemodelan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kopi *Arabica* Menggunakan Metode *Naive Bayes*. Perancangan dibagi menjadi dua tahap, yaitu analisis kebutuhan perangkat lunak dan perancangan arsitektur sistem pakar. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Pohon Perancangan  
**Sumber:** Perancangan

### 4.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Proses analisis kebutuhan mengacu pada gambaran umum Pemodelan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kopi *Arabica* dari hasil pengumpulan, pemahaman, dan penetapan kebutuhan-kebutuhan yang ingin didapatkan oleh pengguna. Analisis kebutuhan terdiri dari identifikasi aktor, daftar kebutuhan, dan *Data Flow Diagram* (DFD). Identifikasi aktor menjabarkan tentang aktor-aktor yang terlibat dan peranannya dalam sistem. Daftar kebutuhan menjelaskan kebutuhan-kebutuhan yang harus disediakan oleh sistem agar dapat memenuhi

kebutuhan pengguna. DFD merupakan suatu diagram yang menggambarkan arus data dari sebuah sistem.

#### 4.1.1 Identifikasi Aktor

Tahapan ini mempunyai tujuan untuk melakukan identifikasi terhadap aktor yang akan berinteraksi dengan sistem. Setiap aktor mempunyai tanggung jawab dan hak akses yang berbeda. Hasil proses identifikasi aktor yang terlibat dalam sistem beserta penjelasannya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Identifikasi Aktor

<b>Aktor</b>	<b>Deskripsi Aktor</b>
<i>User</i>	Merupakan aktor pengguna yang ingin mendapatkan informasi dari sistem diagnosa penyakit pada tanaman kopi beserta upaya pengendaliannya.
Pakar	Merupakan aktor pengguna yang menggunakan Sistem Pakar untuk menentukan data latih dan penanganan penyakit pada tanaman kopi.

**Sumber:** Perancangan

#### 4.1.2 Daftar Kebutuhan

Daftar kebutuhan merupakan sebuah tabel yang menguraikan kebutuhan yang harus disediakan oleh sistem dan memiliki fungsionalitas tersendiri. Daftar kebutuhan fungsional sistem ditunjukkan pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Daftar Kebutuhan Fungsional

<b>ID</b>	<b>Requirements</b>	<b>Terminator / Entitas</b>	<b>Nama Aliran Data</b>
<i>SRS_001</i>	Sistem menyediakan antarmuka untuk autentikasi.	Pakar	Autentikasi
<i>SRS_002</i>	Sistem menyediakan antarmuka menu menyimpan dan menghapus kombinasi data <i>training</i> .	Pakar	Pengolahan data <i>training</i>
<i>SRS_003</i>	Sistem menyediakan antarmuka menu menyimpan dan	Pakar	pengolahan data

	menghapus pengendalian penyakit.		pengendalian penyakit
<b>SRS_004</b>	Sistem menyediakan antarmuka menu untuk mendiagnosa penyakit tanaman kopi.	Pakar, User	Diagnosa penyakit
<b>SRS_005</b>	Sistem menyediakan antarmuka hasil diagnosa dan pengendalian penyakit.	Pakar, User	Hasil diagnosa penyakit

**Sumber:** Perancangan

Selain itu, daftar kebutuhan non-fungsional aplikasi sistem pakar dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Daftar Kebutuhan Non-fungsional

<b>Parameter</b>	<b>Deskripsi Kebutuhan</b>
<i>Avaliability</i>	Aplikasi ini harus dapat beroperasi selama waktu yang ditentukan.
<i>Response time</i>	Aplikasi ini harus cepat dalam melakukan proses penyimpanan data, penghapusan data, dan penghitungan data.
<i>Memory</i>	Aplikasi ini harus ringan dan tidak memerlukan memory yang besar.
<i>simplicity</i>	Aplikasi ini diberikan dengan tampilan yang sederhana dan memudahkan user.

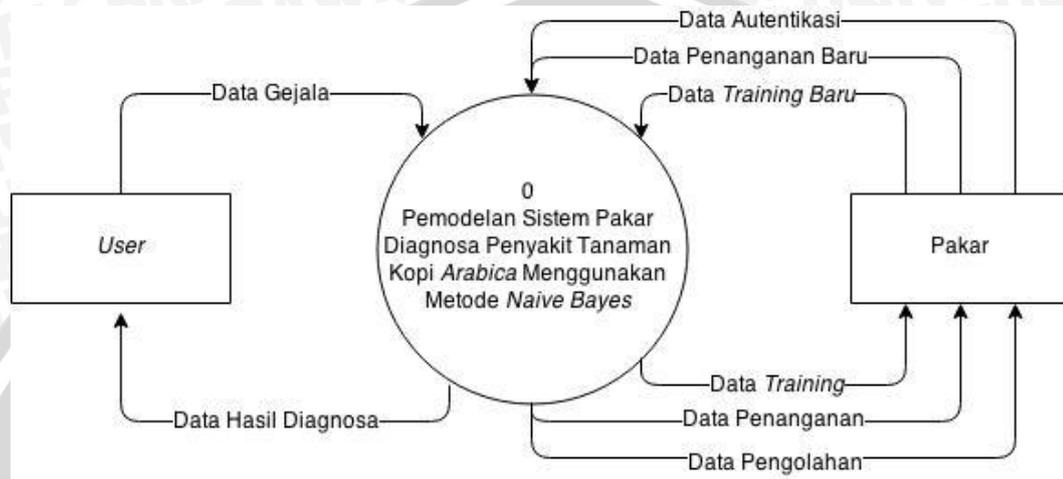
**Sumber:** Perancangan

#### 4.1.3 Data Flow Diagram (DFD)

*Data Flow Diagram* merupakan suatu diagram yang menggunakan notasi-notasi untuk menggambarkan arus aliran data dari sistem. Secara keseluruhan, sistem ini memiliki beberapa level dalam pemodelan diagram. Diantaranya konteks diagram, DFD level 0, dan DFD level 1. Konteks diagram merupakan diagram yang memberikan gambaran umum dari sebuah sistem. Sedangkan masing-masing level pada DFD menjelaskan proses yang lebih rinci dari aliran data tersebut.

#### 4.1.3.1 Konteks Diagram

Konteks diagram merupakan diagram yang menggambarkan kondisi sistem secara umum. Didalamnya hanya terdapat sebuah proses yang menggambarkan hubungan antara sistem dengan aktor yang terkait. Konteks diagram pada sistem ini dapat dilihat pada Gambar 4.2.



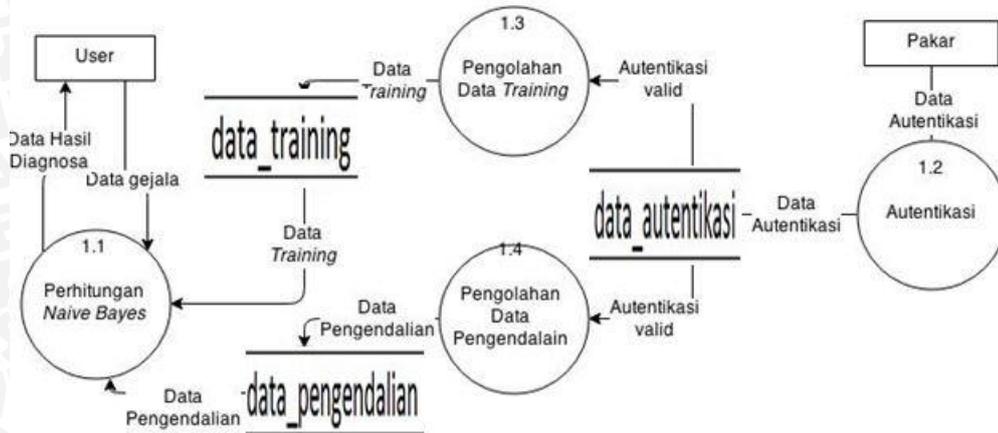
**Gambar 4.2** Konteks Diagram  
**Sumber:** Perancangan

Pada Gambar 4.2 merupakan gambaran proses pada Pemodelan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kopi *Arabica* Menggunakan Metode *Naive Bayes*. Dalam sistem ini, pengguna dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu:

1. User : merupakan pengguna yang menggunakan Sistem Pakar untuk melakukan diagnosa penyakit pada tanaman kopi *arabica*.
2. Pakar : merupakan pengguna yang menggunakan Sistem Pakar untuk mengelola data *training* dan data Pengendalian penyaki pada tanaman kopi.

#### 4.1.3.2 DFD Level 0

*Data Flow Diagram* level 0 merupakan rincian dari konteks diagram. Proses dalam DFD level 0 ini menjelaskan sistem secara keseluruhan beserta arus aliran data dari sistem. DFD level 0 pada Pemodelan Sistem Pakar ini dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** DFD Level 0

**Sumber:** Perancangan

Pemodelan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kopi *Arabica* Menggunakan Metode *Naive Bayes* mempunyai 4 sub sistem yaitu perhitungan *Naive Bayes*, autentikasi, pengolahan data *training*, dan pengolahan data pengendalian. Adapun penjelasan singkat terkait proses tersebut:

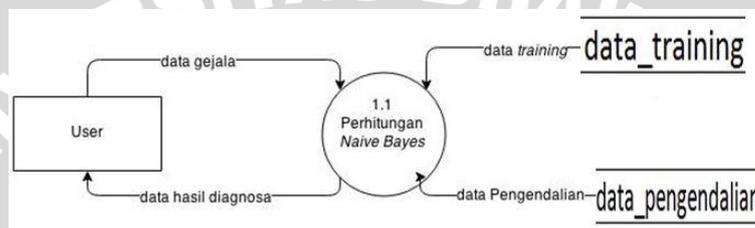
1. Perhitungan *Naive Bayes* : merupakan proses untuk melakukan diagnosa penyakit menggunakan metode *Naive Bayes*. Pada proses ini user akan diminta untuk memasukan gejala-gejala yang terdapat pada tanaman kopi. Selanjutnya sistem akan melakukan perhitungan dan menampilkan hasil diagnosa penyakit beserta cara pengendalian pada antarmuka.
2. Autentikasi : merupakan proses yang hanya diperuntukan kepada pakar. Pada proses ini pakar memasuka kata kunci untuk dapat masuk ke halaman pengolahan data *training* dan pengolahan data pengendalian.
3. Pengolahan data *training* : proses ini dilakukan oleh pakar untuk mengelola data *training*. Proses ini menyediakan antarmuka untuk memasukan dan menghapus data. Nantinya, data ini digunakan oleh mesin inferensi untuk melakukan diagnosa penyakit pada tanaman.
4. Pengolahan data pengendalian : proses ini dilakukan oleh pakar untuk mengelola data pengendalian. Data ini digunakan apabila proses diagnosa telah dilakukan.

### 4.1.3.3 DFD Level 1

DFD level 1 merupakan penjabaran dari DFD level 0. Level ini menjelaskan proses sub sistem pada DFD level 0 yang lebih detail. Berikut merupakan penjelasan proses-proses pada DFD level 0.

#### 1. Perhitungan *Naive Bayes*

Perhitungan *Naive Bayes* merupakan sub sistem untuk melakukan inferensi ataupun proses untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman kopi. Proses dari sub sistem perhitungan *Naive Bayes* tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4** DFD Level 1 Perhitungan *Naive Bayes*  
**Sumber:** Perancangan

Untuk penjelasan sub sistem Perhitungan *Naive Bayes* dapat dilihat pada Tabel 4.4 tentang keterangan proses perhitungan *Naive Bayes*.

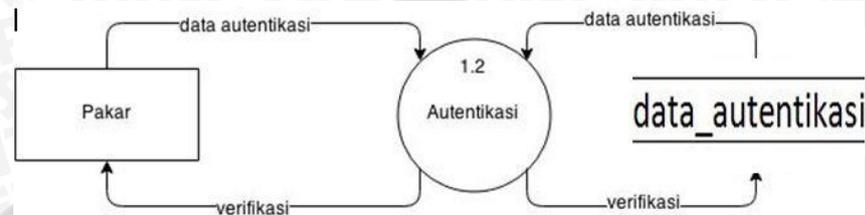
**Tabel 4.4** Keterangan Proses Perhitungan *Naive Bayes*

Keterangan Proses Pada Sistem	
Nomor	1.1
Nama	Perhitungan <i>Naive Bayes</i>
Tujuan	User dapat melakukan diagnosa penyakit pada tanaman kopi.
Deskripsi	DFD ini menjelaskan tentang proses perhitungan <i>Naive Bayes</i> .
Aktor	User
Proses Utama	
Kondisi Awal	Sistem dan server <i>database</i> harus sudah aktif.
Aksi Aktor	Reaksi Sistem
User memasukkan gejala pada tanaman kopi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem menghitung menggunakan metode <i>Naive Bayes</i> berdasarkan gejala yang dimasukan oleh user.</li> <li>2. Sistem mendapatkan hasil perhitungan dan menampilkan hasil diagnosa penyakit beserta pengendalian pada antarmuka.</li> </ol>
Kondisi Akhir	User dapat melihat hasil diagnosa yang dilakukan sistem.

**Sumber:** Perancangan

2. Autentikasi

Autentikasi merupakan sub sistem yang digunakan untuk mengecek apakah seseorang itu berhak atau tidak dalam menggunakan sistem yang ada didalamnya. Proses autentikasi dapat dilihat pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.5** DFD Level 1 Autentikasi

**Sumber:** Perancangan

Untuk penjelasan sub sistem proses Autentikasi dapat dilihat pada Tabel 4.5 tentang keterangan proses Autentikasi.

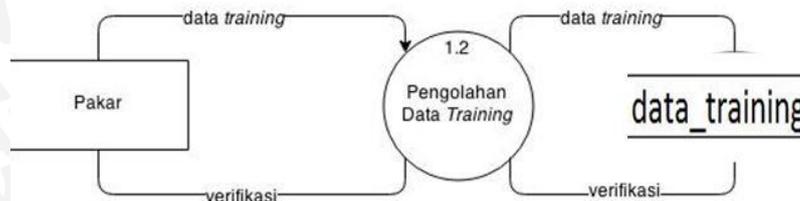
**Tabel 4.5** Keterangan Proses Autentikasi

Keterangan Proses Pada Sistem	
Nomor	1.2
Nama	Autentikasi
Tujuan	Pakar dapat masuk ke halaman pengolahan data.
Deskripsi	DFD ini menjelaskan tentang proses autentikasi untuk pakar.
Aktor	Pakar
Proses Utama	
Kondisi Awal	Sistem dan <i>server database</i> harus sudah aktif.
Aksi Aktor	Reaksi Sistem
Pakar memasukan kata kunci	1. Sistem memverifikasi kata kunci yang dimasukan oleh pakar. 2. Sistem memberikan peringatan jika kata kunci salah dan tidak mengijinkan pakar untuk masuk kedalam sistem.
Kondisi Akhir	Pakar berada di halaman pengolahan data.

**Sumber:** Perancangan

3. Pengolahan data *training*

Sub sistem pengolahan data *training* merupakan sub sistem yang hanya dapat digunakan oleh pakar. Proses yang terdapat pada sub sistem ini adalah menabahkan dan menghapus data *training*. Proses pada pengolahan data *training* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.6** DFD Level 1 Pengolahan Data *Training*

**Sumber:** Perancangan

Untuk penjelasan sub sistem proses Pengolahan data *training* dapat dilihat pada Tabel 4.6 tentang keterangan proses Pengolahan data *training*.

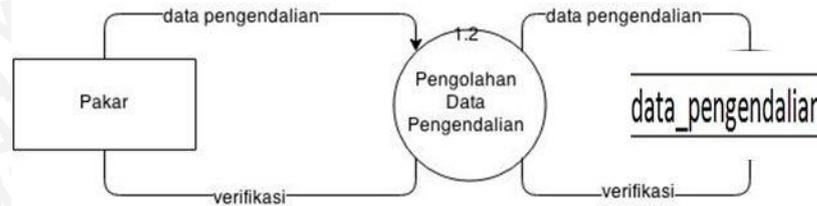
**Tabel 4.6** Keterangan Proses Pengolahan Data *Training*

Keterangan Proses Pada Sistem	
Nomor	1.3
Nama	Pengolahan Data <i>Training</i>
Tujuan	Pakar dapat melakukan penambahan dan penghapusan data <i>training</i> .
Deskripsi	DFD ini menjelaskan tentang proses Pengolahan Data <i>Training</i> .
Aktor	Pakar
Proses Utama	
Kondisi Awal	Sistem dan <i>server database</i> harus sudah aktif.
Aksi Aktor	Reaksi Sistem
Pakar melakukan penambahan atau penghapusan data	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem akan menyimpan data <i>training</i> apabila pakar menekan tombol simpan.</li> <li>2. Sistem akan menghapus data <i>training</i> apabila pakar menekan tombol hapus.</li> </ol>
Kondisi Akhir	Pakar dapat melihat hasil penambahan atau penghapusan data <i>training</i> .

**Sumber:** Perancangan

#### 4. Pengolahan data pengendalian

Sub sistem pengolahan data pengendalian merupakan sub sistem yang hanya dapat digunakan oleh pakar. Proses yang terdapat pada sub sistem ini adalah menabahkan dan menghapus data pengendalian. Proses pada pengolahan data pengendalian dapat dilihat pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.7** DFD Level 1 Pengolahan Data Pengendalian  
**Sumber:** Perancangan

Untuk penjelasan sub sistem proses Pengolahan data pengendalian dapat dilihat pada Tabel 4.7 tentang keterangan proses Pengolahan data pengendalian.

**Tabel 4.7** Keterangan Proses Pengolahan Data Pengendalian

Keterangan Proses Pada Sistem	
Nomor	1.4
Nama	Pengolahan Data Pengendalian
Tujuan	Pakar dapat melakukan penambahan dan penghapusan data pengendalian.
Deskripsi	DFD ini menjelaskan tentang proses pengolahan data pengendalian.
Aktor	Pakar
Proses Utama	
Kondisi Awal	Sistem dan <i>server database</i> harus sudah aktif.
Aksi Aktor	Reaksi Sistem
Pakar melakukan penambahan atau penghapusan data	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem akan menyimpan data pengendalian apabila pakar menekan tombol simpan.</li> <li>2. Sistem akan menghapus data pengendalian apabila pakar menekan tombol hapus</li> </ol>
Kondisi Akhir	Pakar dapat melihat hasil penambahan atau penghapusan data pengendalian.

**Sumber:** Perancangan

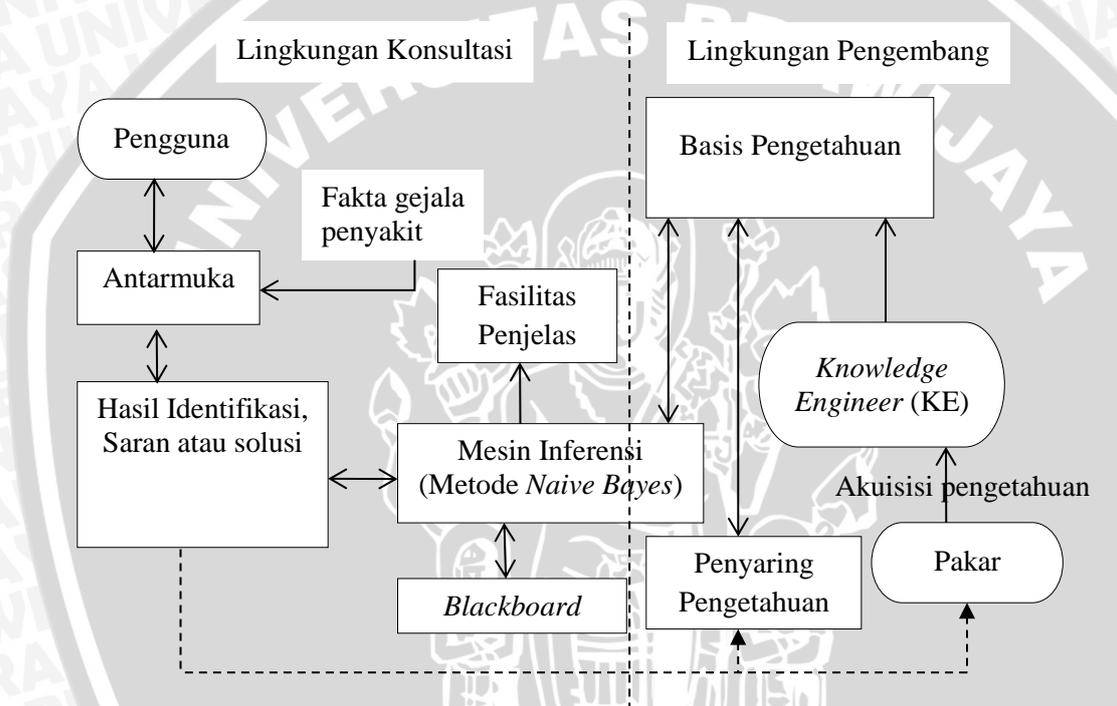
## 4.2 Perancangan Arsitektur Sistem Pakar

Penelitian ini berfokus pada Pemodelan Sistem Pakar untuk diagnosa penyakit tanaman kopi *arabica*. Konsep Sistem Pakar yang akan dibangun menggunakan metode *Naive Bayes*. Metode tersebut merupakan sebuah metode perhitungan berpeluang berdasarkan data latih/*training*.

Tahapan yang dilakukan dalam melakukan diagnosa penyakit biasanya dilakukan identifikasi terlebih dahulu. Dengan melihat gejala fisik yang tampak

pada tanaman tersebut. Semakin spesifik gejala tanaman yang dapat diidentifikasi maka semakin besar tingkat keyakinannya.

Konsep tersebut dapat diterapkan pada Sistem Pakar ini. Dimana user memasuka gejala yang telah diamati pada tanaman kopi, kemudian hasil dari masukan user tersebut akan dilakukan proses perhitungan dengan metode *Naive Bayes*. Dan hasil dari perhitungan tersebut digunakan untuk menentukan hasil diagnosa. Pada Gambar 4.8 merupakan arsitektur sistem pakar diagnosa penyakit tanaman kopi.



**Gambar 4.8** Arsitektur Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kopi

**Sumber:** Perancangan

#### 4.2.1 Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan adalah sebuah proses transformasi pengetahuan dalam menyelesaikan masalah ke dalam komputer. Pemecahan masalah tersebut berasal dari sumber yaitu seorang pakar yang nantinya, pengetahuan tersebut akan disimpan pada basis pengetahuan dengan aturan tertentu. Pada tahapan ini *knowledge Engineer* akan menjembatani ataupun mentransformasikan pengetahuan seorang pakar ke dalam bahasa yang dapat dimengerti oleh komputer.

Dalam penerapannya metode yang digunakan penulis untuk mengakuisisi pengetahuan dari pakar menggunakan dua metode, yaitu:

### 1. Wawancara

Wawancara merupakan metode akuisisi yang paling banyak digunakan. dikarenakan mudah dalam penerapannya. Metode ini melibatkan pembicaraan diantara *knowledge engineer* dengan pakar secara langsung dalam suatu wawancara. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk memperoleh keterangan secara terperinci dan mendalam terhadap sebuah objek tertentu. Sehingga hasil akhir pada proses wawancara dapat diperoleh.

Pada proses wawancara penelitian ini, *knowledge engineer* mengumpulkan informasi mengenai hama pada tanaman kopi. Informasi yang dikumpulkan meliputi jenis hama dan penyakit yang dapat menyerang tanaman kopi beserta penanganannya apabila tanaman tersebut terserang penyakit tertentu.

Selain itu pakar juga menjelaskan langkah-langkah dalam melakukan diagnosa penyakit. Terdapat beberapa langkah yang dilakukan oleh peneliti dalam melakukan diagnosa. Yaitu:

- a. Langkah pertama, melihat tanaman secara keseluruhan. Tanaman dikatakan terserang penyakit jika bagian tertentu (daun, batang, dan buah) mengalami perubahan dari tanaman normal.
- b. Langkah kedua, diamati lebih terperinci perubahan atau gejala yang tampak.
- c. Langkah ketiga, mencocokkan dengan buku atau sumber yang menjadi acuan.

### 2. Analisa Protokol

Analisa protokol adalah suatu proses pengungkapan pemikiran menggunakan kata-kata. Proses ini akan dijadikan sebagai acuan pembuatan aturan basis pengetahuan untuk melakukan diagnosa penyakit tanaman kopi. Informasi dari hasil pemikiran pakar tersebut nantinya akan digunakan sebagai pengetahuan tentang bagaimana mendeteksi penyakit tanaman kopi berdasarkan gejala yang nampak.

Berikut merupakan hasil akuisisi pengetahuan yang didapat dari pakar berdasarkan wawancara yang telah dilakukan. Pengetahuan tersebut berupa

penyakit yang bisa menyerang tanaman kopi jenis *arabica*, dapat dilihat pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8** Akuisisi Penyakit Tanaman Kopi

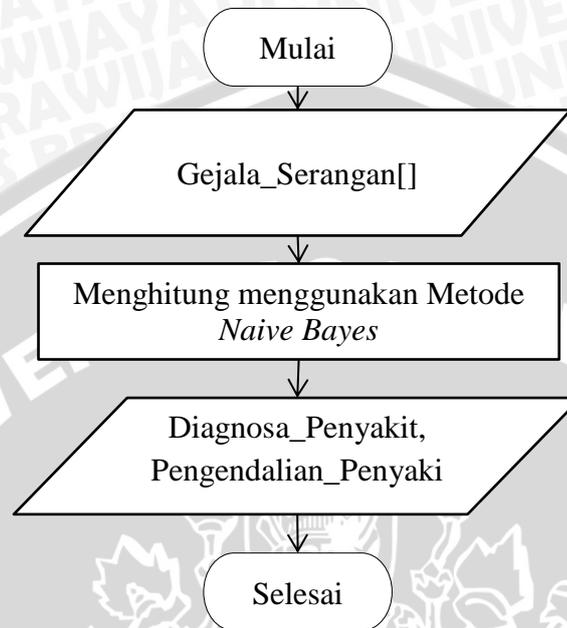
Penyakit	Gejala
Karat Daun ( <i>Hemileia vastatrix</i> )	Gejala tanaman terserang, daun yang sakit tumbuh bercak kuning kemudian berubah menjadi coklat. Permukaan bercak pada sisi bawah daun terdapat uredospora seperti tepung berwarna oranye atau jingga. Pada serangan berat pohon tampak kekuningan daunnya gugur hingga pohon menjadi gundul.
Bercak Daun ( <i>Mycosphaerella coffeicola</i> )	Daun yang sakit timbul bercak berwarna kuning yang tepinya dikelilingi halo (lingkaran) berwarna kuning. Buah yang terserang timbul bercak berwarna coklat, biasanya pada sisi yang lebih banyak menerima cahaya matahari. Bercak ini membusuk dan dapat sampai ke biji.
Nematoda ( <i>Pratylenchus coffea</i> dan <i>Radopholussimilis</i> )	Tanaman kopi yang terserang terlihat kerdil, daun menguning dan gugur. Pertumbuhan cabang terhambat sehingga menghasilkan sedikit bunga, buah prematur dan banyak yang kosong. Bagian akar serabut membusuk dan putus sehingga habis. Pada serangan berat tanaman akhirnya mati.
Antraknosa	Penyakit ini disebut juga mati ranting. Dimulai dengan munculnya bercak hitam tidak beraturan pada daun. Pada serangan lanjut patogen menyebabkan pucuk pada ranting menghitam. Lama kelamaan daun gugur dan ranting serta cabang menjadi mati meranggas.
Jamur Upas ( <i>Corticium salmonicolor</i> )	Infeksi jamur ini pertama kali terjadi pada sisi bagian bawah cabang ataupun ranting. Serangan dimulai dengan adanya benang-benang tipis berbentuk sarang laba-laba. Selanjutnya pada bagian tersebut terjadi nekrosis kemudian membusuk sehingga warnanya menjadi coklat tua atau hitam.

Sumber: [SIM-02]

#### 4.2.2 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan berisi tentang pengetahuan yang diperlukan untuk memahami, merumuskan, dan memecahkan permasalahan. Basis pengetahuan merupakan inti dari sistem pakar dimana basis pengetahuan merupakan representasi pengetahuan dari seorang pakar. Penalaran berdasarkan pengetahuan

yang ada dan mengarahkan sesuai kaidah, model, dan fakta yang disimpan hingga dicapai suatu kesimpulan. Alur proses Pemodelan Sistem Pakar Diagnosa Tanaman Kopi *Arabica* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



**Gambar 4.9** Diagram Alir Proses Diagnosa Penyakit  
**Sumber:** Perancangan

Alur proses diagnosa menggunakan Sistem Pakar ini dimulai dari memasukkan gejala yang tampak pada tanaman. Dengan cara memilih gejala yang disediakan sistem. Pada proses deteksi dilakukan perhitungan pada data training yang terdapat pada basis pengetahuan dengan menggunakan Metode *Naive Bayes*, dan hasil perhitungan tersebut digunakan untuk menentukan jenis penyakit yang menyerang tanaman tersebut. Setelah perhitungan selesai, maka sistem akan menampilkan diagnosa penyakit yang menyerang, beserta penanganan yang harus dilakukan.

#### 4.2.2.1 Gejala Serangan Penyakit

Berdasarkan penelitian dan hasil observasi lapangan yang telah dilakukan. Gejala penyakit tanaman kopi biasanya menyerang bagian-bagian tertentu pada pohon diantaranya daun, batang, dan buah. Tabel 4.9 akan memperlihatkan

serangan penyakit tanaman kopi berdasarkan gejala dan bagian pohon yang terkena dampak serangan penyakit tersebut pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.9** Gejala Penyakit Berdasarkan Lokasi Serangan

Penyakit	Daun	Batang	Buah
Antraknosa	- Terdapat bercak coklat tua	- Cabang/Ranting berwarna hitam	- Berwarna hitam
Karat Daun	- Terdapat bercak kuning - Dibagian bawah permukaan daun terdapat tepung berwarna jingga - Tanaman tampak gundul		
Bercak Daun	- Terdapat bercak kuning - Bercak dikelilingi Halo berwarna kuning		- Terdapat bercak coklat
Jamur Upas		- Terdapat jala putih/perak - Gumpalan putih pada celah kulit pohon - Cabang terdapat kerak warna merah jambu - Cabang terdapat bintil kecil warna kemerahan	
Nematoda	- Semua daun menguning - Tanaman tampak gundul	- Tanaman terlihat kerdil	- Buah banyak yang kosong

**Sumber:** Perancangan

#### 4.2.2.2 Kode dan Gejala Penyakit

Kode dan data gejala penyakit tanaman kopi *arabica* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

**Tabel 4.10** Kode dan Gejala Penyakit Tanamam Kopi

Kode Gejala	Nama Gejala
A1	Daun terdapat bercak coklat tua
A2	Daun terdapat bercak kuning

Kode Gejala	Nama Gejala
A3	Dibagian bawah permukaan daun terdapat tepung berwarna jingga
A4	Tanaman tampak gundul
A5	Daun terdapat bercak dikelilingi halo berwarna kuning
A6	Semua daun menguning
A7	Daun normal
B1	Cabang/Ranting berwarna hitam
B2	Batang terdapat jala putih/perak
B3	Gumpalan putih pada celah kulit pohon
B4	Cabang terdapat kerak warna merah jambu
B5	Cabang terdapat bintil kecil warna kemerahan
B6	Tanaman terlihat kerdil
B7	Batang normal
C1	Buah berwarna hitam
C2	Buah terdapat bercak coklat
C3	Buah banyak yang kosong
C4	Buah normal

**Sumber:** Perancangan

#### 4.2.2.3 Data Training

Dalam penyusunan Pemodelan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kopi *Arabica* ini mengkombinasikan kaidah-kaidah penarikan kesimpulan (*Inference Rule*) dengan basis pengetahuan tertentu yang diberikan oleh pakar. Kombinasi kedua hal tersebut disimpan dalam komputer, yang selanjutnya digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Tabel 4.11 merupakan contoh beberapa data latih dari total 209 data latih. Untuk lebih lengkapnya akan dilampirkan pada bagian lampiran. Data latih tersebut terdiri dari kombinasi tiga variabel gejala, yaitu gejala daun, gejala batang, dan gejala buah yang diambil berdasarkan kode dari Tabel 4.10.

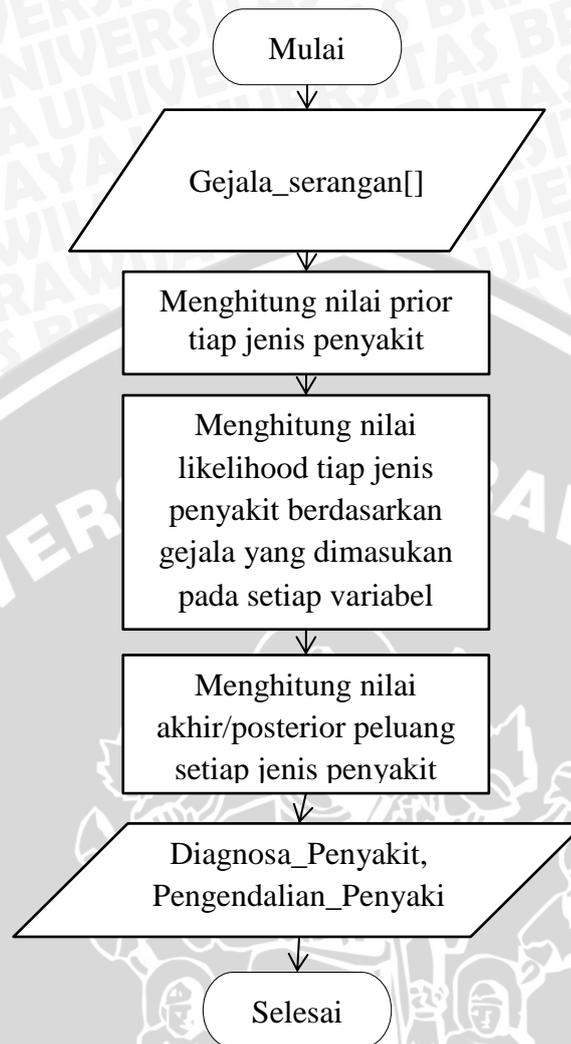
Tabel 4.11 Data Training

No	Gejala Daun	Gejala Batang	Gejala Buah	Penyakit
1	A1	B1	C1	Antraknosa
2	A1	B1	C2	Antraknosa
3	A1	B1	C3	Antraknosa
4	A1	B1	C4	Antraknosa
5	A1	B2	C1	Antraknosa
6	A1	B2	C4	Antraknosa
7	A1	B2	C4	Jamur Upas
8	A1	B3	C1	Antraknosa
9	A1	B3	C4	Antraknosa
10	A1	B3	C4	Jamur Upas
11	A1	B4	C1	Antraknosa
12	A1	B4	C4	Antraknosa
13	A1	B4	C4	Jamur Upas
14	A1	B5	C1	Antraknosa
15	A1	B5	C4	Antraknosa
16	A1	B5	C4	Jamur Upas
17	A1	B6	C1	Antraknosa
18	A1	B6	C3	Nematoda
19	A1	B6	C4	Antraknosa
20	A1	B6	C4	Nematoda

Sumber: Perancangan

### 4.2.3 Mesin Inferensi

Pemodelan Sistem Pakar ini menggunakan metode *Naive Bayes*, yaitu sebuah metode perhitungan probabilitas yang berakar dari Teorema Bayes. Ciri utama metode ini adalah asumsi yang sangat kuat (naif) akan independensi dari masing-masing kondisi/kejadian. Untuk proses *Naive Bayes* pada Pemodelan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kopi *Arabica* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



**Gambar 4.10** Alur Proses *Naive Bayes*  
**Sumber:** Perancangan

Perhitungan nilai probabilitas dengan *Naive Bayes* dimulai dari fakta gejala yang dimasukan oleh user yang kemudian dilakukan proses perhitungan dengan metode *Naive Bayes*. Proses tersebut dimulai dari menghitung nilai prior pada setiap penyakit. Kemudian menghitung nilai *likelihood* berdasarkan masukan gejala. Setelah nilai prior dan *likelihood* sudah diketahui, maka proses terakhir adalah mencari nilai posterior dengan mengalikan nilai prior dan *likelihood* pada masing-masing penyakit.

#### 4.2.3.1 Contoh Perhitungan dengan *Naive Bayes*

Mengacu pada Tabel 4.10 tentang kode dan gejala penyakit tanaman kopi dan Tabel 4.11 untuk data latih dalam pengambilan keputusan. Misalkan ada sebuah kasus fakta gejala penyakit pada tanaman kopi sebagai berikut:

Gejala Daun = Tanaman tampak gundul(A4)

Gejala Batang = Normal(B7)

Gejala Buah = Buah banyak yang kosong(C3)

Maka berdasarkan gejala-gejala yang diberikan dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode *Naive Bayes* sebagai berikut.

##### 1. Langkah Pertama

Melakukan perhitungan nilai prior pada masing-masing penyakit, yaitu dengan membagi jumlah masing-masing penyakit dengan keseluruhan data *training*.

Berikut adalah contoh perhitungan prior pada setiap penyakit:

$$\begin{aligned} P(\text{Antraknosa}) &= \frac{\text{jumlah data penyakit antraknosa}}{\text{keseluruhan data penyakit}} \\ &= \frac{43}{209} \\ &= 0.20574 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(\text{Karat Daun}) &= \frac{\text{jumlah data penyakit karat daun}}{\text{keseluruhan data penyakit}} \\ &= \frac{27}{209} \\ &= 0.12918 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(\text{Bercak Daun}) &= \frac{\text{jumlah data penyakit bercak daun}}{\text{keseluruhan data penyakit}} \\ &= \frac{42}{209} \\ &= 0.20095 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(\text{Jamur Upas}) &= \frac{\text{jumlah data penyakit jamur upas}}{\text{keseluruhan data penyakit}} \\ &= \frac{40}{209} \\ &= 0.19138 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(\text{Nematoda}) &= \frac{\text{jumlah data penyakit nematoda}}{\text{keseluruhan data penyakit}} \\ &= \frac{56}{209} \\ &= 0.26794 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(\text{Normal}) &= \frac{\text{jumlah data daun normal}}{\text{keseluruhan data penyakit}} \\
 &= \frac{1}{209} \\
 &= 0.00478
 \end{aligned}$$

Tabel 4.12 merupakan perbandingan hasil perhitungan nilai prior setiap penyakit.

**Tabel 4.12** Perhitungan Nilai Prior

No	P(Penyakit)	Nilai Prior
1	P(Antraknosa)	0.20574
2	P(Karat Daun)	0.12918
3	P(Bercak Daun)	0.20095
4	P(Jamur Upas)	0.19138
5	P(Nematoda)	0.26794
6	P(Normal)	0.00478

**Sumber:** Perancangan

## 2. Langkah Kedua

Melakukan pencarian nilai *likelihood* dari gejala-gejala yang diketahui terhadap masing-masing penyakit, yaitu dengan melihat jumlah gejala yang ada pada masing-masing penyakit kemudian jumlah itu dibagi dengan jumlah penyakit tersebut. Berikut contoh perhitungan nilai *likelihood*:

Antraknosa

$$\begin{aligned}
 P(A4|\text{Antraknosa}) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data penyakit antraknosa}} \\
 &= \frac{3}{43} \\
 &= 0.06976
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(B7|\text{Antraknosa}) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data penyakit antraknosa}} \\
 &= \frac{10}{43} \\
 &= 0.23255
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(C3|\text{Antraknosa}) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data penyakit antraknosa}} \\
 &= \frac{3}{43} \\
 &= 0.06976
 \end{aligned}$$



## Karat Daun

$$\begin{aligned}
 P(A4|\text{Karat Daun}) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data penyakit karat daun}} \\
 &= \frac{8}{27} \\
 &= 0.29629
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(B7|\text{Karat Daun}) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data penyakit karat daun}} \\
 &= \frac{10}{27} \\
 &= 0.37037
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(C3|\text{Karat Daun}) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data penyakit karat daun}} \\
 &= \frac{2}{27} \\
 &= 0.07407
 \end{aligned}$$

## Bercak Daun

$$\begin{aligned}
 P(A4|\text{Bercak Daun}) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data penyakit bercak daun}} \\
 &= \frac{1}{42} \\
 &= 0.02380
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(B7|\text{Bercak Daun}) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data penyakit bercak daun}} \\
 &= \frac{13}{42} \\
 &= 0.30952
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(C3|\text{Bercak Daun}) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data penyakit bercak daun}} \\
 &= \frac{2}{42} \\
 &= 0.04761
 \end{aligned}$$

## Jamur Upas

$$\begin{aligned}
 P(A4|\text{Jamur Upas}) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data penyakit jamur upas}} \\
 &= \frac{4}{40} \\
 &= 0.1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(B7|\text{Jamur Upas}) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data penyakit jamur upas}} \\
 &= \frac{0}{40}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0 \\
 P(C3|Jamur Upas) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data penyakit jamur upas}} \\
 &= \frac{4}{40} \\
 &= 0.1
 \end{aligned}$$

Nematoda

$$\begin{aligned}
 P(A4|Nematoda) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data penyakit nematoda}} \\
 &= \frac{18}{56} \\
 &= 0.32142
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(B7|Nematoda) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data penyakit nematoda}} \\
 &= \frac{13}{56} \\
 &= 0.23214
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(C3|Nematoda) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data penyakit nematoda}} \\
 &= \frac{29}{56} \\
 &= 0.51785
 \end{aligned}$$

Normal

$$\begin{aligned}
 P(A4|Normal) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data normal}} \\
 &= \frac{0}{1} \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(B7|Normal) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data normal}} \\
 &= \frac{1}{1} \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(C3|Normal) &= \frac{\text{jumlah gejala}}{\text{jumlah data normal}} \\
 &= \frac{0}{1} \\
 &= 0
 \end{aligned}$$



Perhitungan nilai *likelihood* pada setiap penyakit berdasarkan gejala yang dimasukkan dapat dilihat pada Tabel 4.13.

**Tabel 4.13** Perhitungan Nilai *Likelihood*

No	P(Penyakit)	Nilai Prior		
		A4	B7	C3
1	Antraknosa	0.06976	0.23255	0.06976
2	Karat Daun	0.29629	0.37037	0.07407
3	Bercak Daun	0.02380	0.30952	0.04761
4	Jamur Upas	0.1	0	0.1
5	Nematoda	0.32142	0.23214	0.51785
6	Normal	0	1	0

**Sumber:** Perancangan

### 3. Langkah Ketiga

Langkah terakhir, melakukan perhitungan nilai posterior (probabilitas akhir) pada masing-masing penyakit dengan cara mengalikan nilai prior dan nilai *likelihood* pada masing-masing gejala setiap penyakit yang mengacu pada tabel 4.12 dan tabel 4.13. berikut adalah contoh perhitungan posterior:

$$\begin{aligned}
 \text{Posterior Antraknosa} &= P(\text{Antraknosa}) \times P(A4|\text{Antraknosa}) \times \\
 & P(B7|\text{Antraknosa}) \times P(C3|\text{Antraknosa}) \\
 &= 0.20574 \times 0.06976 \times 0.23255 \times 0.06976 \\
 &= 0.000023
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Posterior Karat Daun} &= P(\text{Karat Daun}) \times P(A4|\text{Karat Daun}) \times \\
 & P(B7|\text{Karat Daun}) \times P(C3|\text{Karat Daun}) \\
 &= 0.12918 \times 0.29629 \times 0.37037 \times 0.07407 \\
 &= 0.00105
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Posterior Bercak Daun} &= P(\text{Bercak Daun}) \times P(A4|\text{Bercak Daun}) \times \\
 & P(B7|\text{Bercak Daun}) \times P(C3|\text{Bercak Daun}) \\
 &= 0.20095 \times 0.0238 \times 0.30952 \times 0.04761 \\
 &= 0.000007
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Posterior Jamur Upas} &= P(\text{Jamur Upas}) \times P(A4|\text{Jamur Upas}) \times \\
 & P(B7|\text{Jamur Upas}) \times P(C3|\text{Jamur Upas}) \\
 &= 0.19138 \times 0.1 \times 0 \times 0.1 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Posterior Nematoda} &= P(\text{Nematoda}) \times P(A4|\text{Nematoda}) \times \\
 &P(B7|\text{Nematoda}) \times P(C3|\text{Nematoda}) \\
 &= 0.26794 \times 0.32142 \times 0.23214 \times 0.51785 \\
 &= 0.01035
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Posterior Normal} &= P(\text{Normal}) \times P(A4|\text{Normal}) \times \\
 &P(B7|\text{Normal}) \times P(C3|\text{Normal}) \\
 &= 0.00478 \times 0 \times 1 \times 0 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai posterior pada setiap penyakit dapat dilihat pada Tabel 4.14.

**Tabel 4.14** Perhitungan Nilai Posterior

No	Penyakit	Nilai Posterior
1	Antraknosa	0.000023
2	Karat Daun	0.00105
3	Bercak Daun	0.000007
4	Jamur Upas	0
5	Nematoda	0.01035
6	Normal	0

**Sumber:** Perancangan

Berdasarkan nilai perhitungan posterior tersebut, maka nilai probabilitas akhir maksimum terdapat pada nomor ke-5 dengan nilai probabilitas akhir sebesar 0.01035. Sehingga hasil diagnosa penyakit tanaman kopi berdasarkan gejala daun tanaman tampak gundul (A4), gejala batang normal (B7), dan gejala buah banyak yang kosong (C3) adalah penyakit Nematoda.

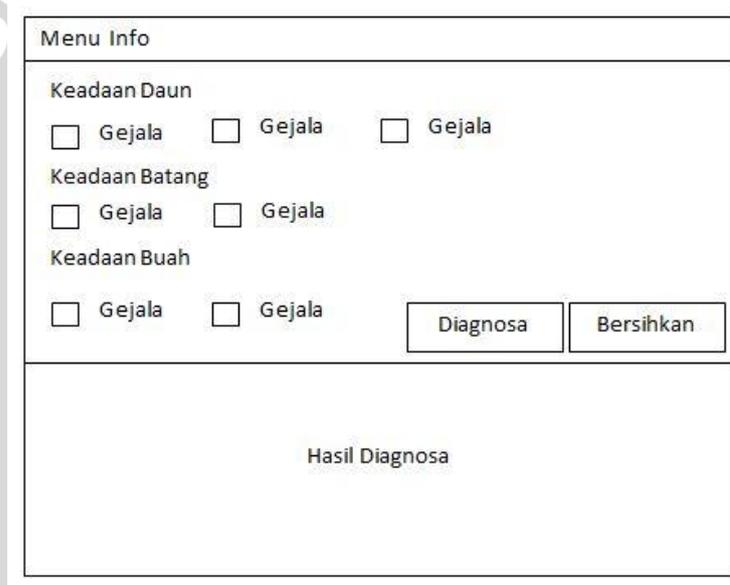
#### 4.2.4 Antarmuka

Antarmuka merupakan sebuah mekanisme yang digunakan pengguna untuk berinteraksi dengan sistem. Prosesnya, antarmuka menerima informasi dari user dan merubahnya kedalam bentuk yang dapat dimengerti oleh sistem. Begitu juga sebaliknya, antarmuka menerima informasi dari sistem dan menyajikannya dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh user.

Adapun antarmuka terbagi menjadi beberapa menu dan submenu seperti menu utama, menu autentikasi kata kunci, menu penyimpanan data *training*, dan menu penyimpanan data pengendalian penyakit. Untuk lebih jelasnya, berikut menu-menu yang ada didalam sistem.

#### 4.2.4.1 Halaman Utama

Halaman utama memiliki fungsi untuk melakukan pendiagnosaan penyakit pada tanaman kopi. Pada halaman ini, untuk melakukan diagnosa user akan diminta memasukan fakta gejala yang terdapat pada tanaman tersebut. Setelah memasukan fakta gejala, maka akan dilakukan proses perhitungan dengan metode *Naive Bayes*. Hasil diagnosa penyakit beserta pengendalian akan ditampilkan dalam tabel hasil diagnosa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Menu Info			
Keadaan Daun			
<input type="checkbox"/>	Gejala	<input type="checkbox"/>	Gejala
<input type="checkbox"/>	Gejala	<input type="checkbox"/>	Gejala
Keadaan Batang			
<input type="checkbox"/>	Gejala	<input type="checkbox"/>	Gejala
Keadaan Buah			
<input type="checkbox"/>	Gejala	<input type="checkbox"/>	Gejala
		Diagnosa	Bersihkan
Hasil Diagnosa			

**Gambar 4.11** Halaman Utama

**Sumber:** Perancangan

#### 4.2.4.2 Halaman Autentikasi

Halaman login memiliki fungsi sebagai halaman untuk mengotentikasi kata kunci bagi pakar. Halaman ini hanya bisa dilalui oleh seorang pakar yang akan memasukan atau memperbaharui data *training* dan atau data penanganan penyakit kopi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.12.

Menu Info

### Hak Akses Sistem Pakar

Anda harus memasukan kata kunci terlebih dahulu untuk masuk

**Gambar 4.12** Halaman Autentikasi  
**Sumber:** Perancangan

#### 4.2.4.3 Halaman Pengolahan Data *Training*

Halaman pengolahan data *training* merupakan halaman yang memiliki fungsi untuk menyimpan dan menghapus kombinasi data gejala pada tanaman kopi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.13.

Menu Info

Data Latih

Keadaan Daun :  ▼

Keadaan Batang :  ▼

Keadaan Buah :  ▼

Penyakit :  ▼

Tabel Data *Training*

**Gambar 4.13** Halaman Pengolahan Data *Training*  
**Sumber:** Perancangan

#### 4.2.4.4 Halaman Pengolahan Data Pengendalian Penyakit

Halaman penyimpanan data pengendalian penyakit merupakan halaman yang memiliki fungsi untuk menyimpan dan menghapus data pengendalian penyakit pada tanaman kopi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.14.

Menu Info	
Data Penanganan Penyakit	
Penyakit :	<input type="text"/>
Saran Penanganan :	<input type="text"/>
	<input type="button" value="Simpan"/>
	<input type="button" value="Hapus"/>
Tabel Data Penanganan	

**Gambar 4.14** Halaman Pengolahan Data Pengendalian Penyakit  
**Sumber:** Perancangan

#### 4.2.4.5 Halaman Bantuan

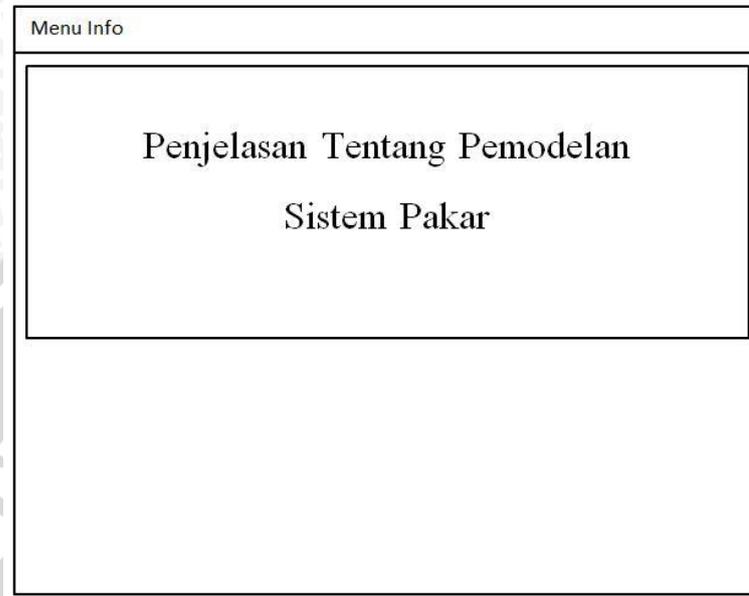
Halaman bantuan merupakan halaman yang memberi tahu pengguna tentang bagaimana cara menggunakan sistem ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.15.

Menu Info
Langkah Untuk Melakukan Diagnosa
<b>Penjelasan Cara Melakukan Diagnosa Penyakit</b>
Langkah Untuk Melakukan Pengolahan Data
<b>Penjelasan Cara Melakukan Pengolahan Data Penyakit</b>

**Gambar 4.15** Halaman Bantuan  
**Sumber:** Perancangan

#### 4.2.4.6 Halaman Informasi Sistem

Halaman ini merupakan halaman yang menjelaskan tujuan penelitian dan sistem ini dibuat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.16.



**Gambar 4.16** Halaman Informasi Sistem  
**Sumber:** Perancangan

#### 4.2.5 Perancangan Algoritma

Pemodelan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kopi *Arabica* ini memiliki beberapa rancangan algoritma yang akan diimplementasikan pada Bab implementasi, antara lain algoritma proses Autentikasi untuk pakar, proses pengolahan data *training*, proses pengolahan data pengendalian penyakit, dan proses perhitungan *Naive Bayes*.

1. Rancangan algoritma proses Autentikasi.

Proses autentikasi ini dilakukan hanya untuk pakar saja yang nantinya akan menuju halaman pengolahan data *training* dan pengolahan data pengendalian. fungsinya untuk membedakan user mana yang berhak mengolah data-data tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.17.

Nama Algoritma : Autentikasi

Deskripsi :

- Input : Kata kunci
- Proses :
  1. Pakar memasukan kata kunci pada *text field* yang tersedia
  2. Mengambil data dari *text field*
  3. Data akan dibandingkan
  4. Jika data valid maka akan dialihkan pada halaman pengolahan data
  5. Jika data tidak valid maka akan tetap pada halaman autentikasi
- Output : pakar masuk ke halaman pengolahan data *training* dan halaman pengolahan data penanganan penyakit.

**Gambar 4.17** Algoritma Proses Autentikasi

**Sumber:** Perancangan

2. Rancangan algoritma proses pengolahan data *training*.

Proses pengolahan data *training* dilakukan oleh pakar berdasarkan pengetahuan yang dimiliki oleh pakar tersebut. Hasil masukan data *training* akan disimpan dalam database dan ditampilkan pada halaman data *training*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.18.

Nama Algoritma : Pengolahan data *training*

Deskripsi :

- Input : gejala penyakit dan nama penyakit
- Proses :
  1. Pakar melakukan proses autentikasi
  2. Pada halaman pengolahan data *training* pakar dapat melakukan penambahan dan penghapusan data *training*
  3. Setiap pilihan menu "tambah" maka sistem akan menambahkan data *training* berdasarkan gejala dan penyakit yang dimasukan
  4. Setiap pilihan menu "hapus" maka sistem akan menghapus data *training* yang dipilih oleh pakar
- Output : data *training* terakses dan tersimpan dalam database sistem

**Gambar 4.18** Algoritma Proses Pengolahan Data *Training*

**Sumber:** Perancangan

3. Rancangan algoritma proses pengolahan data pengendalian penyakit.

Proses pengolahan data pengendalian penyakit dilakukan oleh pakar berdasarkan pengetahuan yang dimiliki oleh pakar tersebut. Hasil masukan

data pengendalian akan disimpan dalam database dan ditampilkan pada halaman data pengendalian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.19.

<u>Nama Algoritma</u>	: Pengolahan data pengendalian
<u>Deskripsi</u> :	
• Input	: nama penyakit dan cara pengendalian
• Proses	:
	1. Pakar melakukan proses autentikasi
	2. Pada halaman pengolahan data pengendalian pakar dapat melakukan penambahan dan penghapusan data
	3. Setiap pilihan menu "tambah" maka sistem akan menambahkan data pengendalian berdasarkan penyakit yang dimasukkan
	4. Setiap pilihan menu "hapus" maka sistem akan menghapus data yang dipilih oleh pakar
• Output	: data pengendalian terakses dan tersimpan dalam database sistem

**Gambar 4.19** Algoritma Proses Pengolahan Data Pengendalian

**Sumber:** Perancangan

4. Rancangan algoritma perhitungan *Naive Bayes*.

Proses perhitungan *Naive Bayes* dilakukan untuk mendiagnosa penyakit tanama kopi. Proses ini dilakukan setelah user memasukan atau memilih gejala yang nampak pada tanaman kopi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.20.

<u>Nama Algoritma</u>	: Perhitungan <i>Naive Bayes</i>
<u>Deskripsi</u> :	
• Input	: gejala yang terdapat pada tanaman
• Proses	:
	1. Menghitung nilai prior setiap penyakit
	2. Menghitung nilai likelihood setiap penyakit berdasarkan masukan gejala
	3. Menghitung nilai peluang akhir atau posterior setiap penyakit
• Output	: jenis penyakit, dan pengendalian

**Gambar 4.20** Algoritma Perhitungan *Naive Bayes*

**Sumber:** Perancangan