

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini terdiri dari kajian pustaka dan dasar teori. Kajian pustaka membahas tentang penelitian yang sudah ada dan membandingkannya dengan penelitian yang diusulkan. Dasar teori membahas teori yang dibutuhkan untuk menyusun penelitian yang diusulkan. Kajian pustaka pada penelitian ini adalah membandingkan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yang berjudul ‘Sistem Pakar untuk Mendeteksi Hama pada Tanaman Jeruk menggunakan Metode *Naive Bayes*’ dan ‘*Expert System in Detecting Coffee Plant Diseases*’. Pada penelitian ini dasar teori yang dibutuhkan berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah adalah Tanaman Kopi, Sistem Pakar, dan metode *Naive Bayes*.

2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka pada penelitian ini adalah membandingkan penelitian ini dengan dua penelitian sebelumnya yaitu ‘Sistem Pakar untuk Mendeteksi Hama pada Tanaman Jeruk menggunakan Metode *Naive Bayes*’ dan ‘*Expert System in Detecting Coffee Plant Diseases*’.

Dalam penelitian ‘Sistem Pakar untuk Mendeteksi Hama pada Tanaman Jeruk menggunakan Metode *Naive Bayes*’. Membutuhkan beberapa data gejala masukan untuk mendeteksi hama pada tanaman jeruk. Misalnya kondisi tunas/daun, warna tunas/daun, kondisi buah, dan warna buah. Setelah masukan diterima sistem maka akan dihitung menggunakan metode *Naive Bayes* dengan cara mengalikan nilai *prior* dengan *likelihood* setiap kriteria. Penyakit yang mempunyai nilai terbesar akan diambil dan ditampilkan pada antar muka. Hasil keluaran sistem ini berupa nama penyakit yang menyerang dan cara pengendalian penyakit tersebut.

Sedangkan, pada penelitian ‘*Expert System in Detecting Coffee Plant Diseases*’. Menggunakan pertanyaan yang berkaitan dengan keadaan tanaman sebagai masukan untuk melakukan deteksi penyakit. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Logika *fuzzy* dan pengklasifikasian hierarki

menggunakan *decision tree*. Prosesnya menggunakan aturan IF-THEN dengan menerapkan metode *forward chaining*. Setelah itu akan dihitung menggunakan metode logika *fuzzy* untuk menentukan serangan penyakit. Hasil dari sistem berupa penyakit yang menyerang tanaman tersebut.

Pada penelitian ini mempunyai gejala masukan. Terdiri dari keadaan atau gejala pada bagian daun, batang, dan buah. Setelah itu akan diproses dengan menggunakan metode *Naive Bayes*. Dan akan menghasilkan *output* berupa penyakit yang terdapat pada tanaman kopi tersebut. Serta menampilkan penanganan/pengendalian yang harus dilakukan berdasarkan saran dari pakar. Untuk lebih jelasnya, perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Judul	Objek	Metode	Hasil
		Input Kriteria/Parameter		Output dan Hasil Uji
1.	<i>Expert System in Detecting Coffee Plant Diseases</i> [SUH-13]	Objek: Tanaman Kopi Input Kriteria: Keadaan pada tanaman kopi sesuai pertanyaan yang diajukan.	Logika <i>fuzzy</i> dan pengklasifikasian hierarki menggunakan <i>decision tree</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Deteksi penyakit
2.	Sistem Pakar untuk Mendeteksi Hama pada Tanaman Jeruk menggunakan Metode <i>Naive Bayes</i> [ELO-14]	Objek: Tanaman Jeruk Input Kriteria: <ul style="list-style-type: none"> • Keadaan tunas/daun • Warna tunas/daun • Keadaan buah • Warna buah 	Metode: <i>Naive Bayes</i> Proses: <ul style="list-style-type: none"> • Menghitung mean data • Menghitung prior • Menghitung likelihood • Menghitung posterior dan klasifikasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Deteksi Hama • Pengendalian hama berdasarkan saran dari pakar.
3.	Pemodelan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kopi	Objek: Tanaman Kopi <i>Arabica</i> Input Kriteria: Gejala-gejala yang terdapat pada tanaman	Metode: <i>Naive Bayes</i> Proses: <ul style="list-style-type: none"> • Menghitung prior • Menghitung likelihood • Menghitung 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosa penyakit yang menyerang. • Pengendalian penyakit berdasarkan

<i>Arabica</i> Menggunakan Metode <i>Naive Bayes</i>	kopi berupa gejala daun, batang, dan buah.	posterior dan klasifikasi	n saran dari pakar.
---	--	---------------------------	---------------------

Sumber: Tinjauan Pustaka

2.2 Tanaman Kopi

Tanaman kopi termasuk kelompok tanaman semak belukar dengan genus *Coffea spp.* Orang yang pertama mendeskripsikan tanaman kopi adalah Linneaus pada tahun 1753. Kopi dibagi menjadi dua genus yakni *Coffea* dan *Baracoffea*. Sub-genus *Coffea* terdiri dari 88 spesies. Sementara *Baracoffea* terdiri dari 7 spesies. Berdasarkan tempat geografik dan rekayasa genetik, kopi bisa dibedakan menjadi lima tempat. diantaranya berasal dari Ethiopia, Madagaskar, serta Benua Afrika bagian barat, tengah, dan timur [PLA-11].

Kingdom	: <i>Plantae</i> (Tumbuhan)
Sub-kingdom	: <i>Tracheobionta</i> (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (Menghasilkan Biji)
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i> (Tumbuhan Berbunga)
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i> (Dikotil)
Sub-kelas	: <i>Asteridae</i>
Ordo	: <i>Rubiales</i>
Famili	: <i>Rubiaceae</i>
Genus	: <i>Coffea</i>
Spesies	: <i>Coffea arabica L.</i>

2.2.1 Penyakit Tanaman Kopi

Berikut ini akan dijelaskan beberapa penyakit yang menyerang tanaman kopi yang terdiri dari karat daun, bercak daun, nematoda, antraknosa, dan jamur upas [SIM-02].

1. Karat Daun

Penyakit karat daun kopi disebabkan oleh *H. Vastratix* yang dapat menyerang pembibitan hingga tanaman dewasa. 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. Pengendalian penyakit dengan memperkuat kebugaran melalui pemupukan berimbang, pemangkasan dan pengaturan naungan untuk mengurangi kelembaban kebun dan memberikan sinar matahari yang cukup pada tanaman. Gambaran dari penyakit karat daun dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Penyakit Karat Daun
Sumber: [SIM-02]

2. Bercak Daun

Penyakit bercak daun disebabkan oleh jamur *C. Coffeicola* yang dapat muncul dipembibitan sampai tanaman dewasa serta menyerang buah kopi. 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 sehingga menurunkan kualitas. Pengendalian penyakit dengan sanitasi kebun dan membuang bagian-bagian yang sakit, kemudian membenamkannya dalam tanah. Gambaran dari penyakit bercak daun dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Penyakit Bercak Daun
Sumber: [SIM-02]

3. Nematoda

Pratylenchus coffea dan *Radopholussimilis* adalah jenis nematoda endoparasit yang berpindah-pindah. Tanaman kopi yang terserang terlihat kerdil, semua 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. Pengendalian dilakukan dengan memberikan pupuk kandang 12kg/pohon/tahun. Gambaran dari penyakit yang disebabkan oleh hama nematoda dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Penyakit Hama Nematoda
Sumber: [SIM-02]

4. Antraknosa

Penyakit antraknosa 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

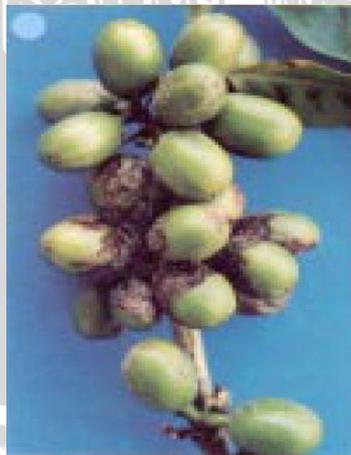
cabang menjadi mati meranggas. Gambaran dari penyakit antraknosa dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Penyakit Antraknosa
Sumber: [SIM-02]

5. Jamur Upas

Jamur *C. Salmonicolor* dapat menyerang batang, cabang, rintang dan buah kopi. 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. Pengendaliannya dengan cara memotong batang atau cabang yang sakit sampai 10cm dibawah pangkal dari bagian yang sakit. Gambaran dari penyakit jamur upas dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Penyakit Jamur Upas
Sumber: [SIM-02]

2.3 Sistem Pakar

Berikut akan dijelaskan tentang Sistem Pakar. Dimulai dari Definisi Sistem Pakar, Konsep dasar Sistem Pakar, Struktur Sistem Pakar, Ciri-ciri Sistem Pakar, Keuntungan Sistem Pakar, Kelemahan Sistem Pakar, Basis Pengetahuan, dan Mekanisme Inferensi.

2.3.1 Definisi Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan sebuah cabang dari *Artificial Intelligence* (AI) yang mempunyai fungsi untuk menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan cara meniru kerja para ahli. Sri Kusumadewi, mendefinisikan Sistem Pakar sebagai sebuah sistem yang berusaha untuk mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang bisa dilakukan oleh para ahli [SRI-03:109].

Turban (2001), mendefinisikan Sistem Pakar sebagai sebuah sistem yang menggunakan pengetahuan manusia dimana pengetahuan tersebut dimasukan kedalam sebuah komputer dan kemudian digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang biasanya membutuhkan kepakaran atau keahlian manusia [SUT-11:160].

2.3.2 Keuntungan Sistem Pakar

Dengan adanya Sistem Pakar banyak manfaat yang dapat diambil, antara lain [SRI-03:110]:

1. Memungkinkan orang awam bisa mengerjakan pekerjaan para ahli.
2. Bisa mengerjakan proses secara berulang secara otomatis.
3. Menyimpan pengetahuan dan keahlian para pakar.
4. Meningkatkan *output* dan produktivitas.
5. Meningkatkan kualitas.
6. Mampu mengambil dan melestarikan keahlian para pakar.
7. Mampu beroperasi dalam lingkungan berbahaya.
8. Memiliki kemampuan untuk mengakses pengetahuan.
9. Memiliki reliabilitas.
10. Meningkatkan kapabilitas sistem komputer.

11. Memiliki kemampuan untuk bekerja dengan informasi yang tidak lengkap dan mengandung ketidak pastian.
12. Sebagai media pelengkap dalam pelatihan.
13. Meningkatkan kapabilitas dalam menyelesaikan masalah.
14. Menghemat waktu dalam pengambilan keputusan.

2.3.3 Kelemahan Sistem Pakar

Sistem Pakar juga memiliki beberapa kekurangan, diantaranya [SRI-03:111]:

1. Memerlukan biaya yang tidak sedikit untuk membuat dan memelihara Sistem.
2. Sulit dikembangkan karena keterbatasan keahlian dan ketersediaan pakar.
3. Sistem Pakar tidak 100% bernilai benar.

2.3.4 Ciri-ciri Sistem Pakar

T. Sutojo *et al.*(2011), menjelaskan ciri-ciri dari sistem pakar, sebagai berikut:

1. Terbatas pada domain keahlian tertentu.
2. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang tidak lengkap atau tidak pasti.
3. Dapat menjelaskan alasan-alasan dengan cara yang dapat dipahami.
4. Bekerja berdasarkan kaidah/*rule* tertentu.
5. Mudah dimodifikasi.
6. Basis Pengetahuan dan mekanisme inferensi terpisah.
7. Keluarannya bersifat anjuran.
8. Sistem dapat mengaktifkan kaidah secara searah yang sesuai, dituntun oleh dialog dengan pengguna.

2.3.5 Konsep Dasar Sistem Pakar

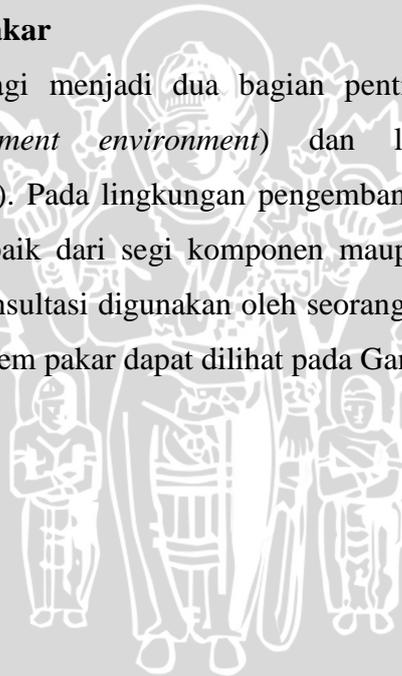
Menurut Efraim Turban, konsep dasar sistem pakar mengandung: keahlian, ahli, pengalihan keahlian, inferensi, aturan dan kemampuan menjelaskan. Keahlian adalah suatu kelebihan penguasaan pengetahuan di bidang tertentu yang diperoleh dari pelatihan, membaca atau pengalaman. Sedangkan seorang ahli

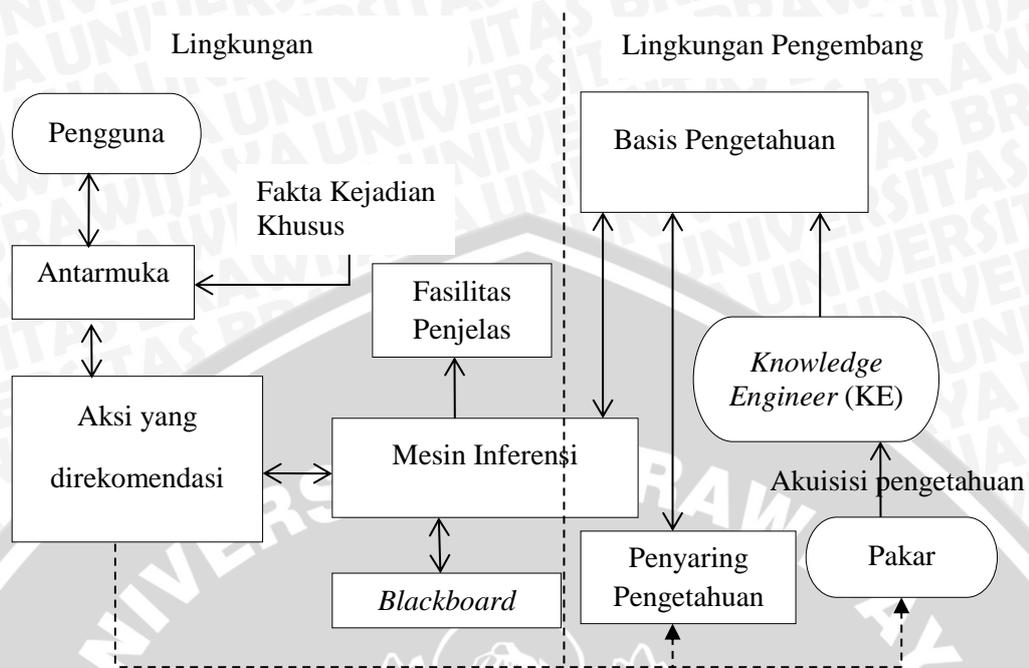
adalah seseorang yang mampu menjelaskan suatu tanggapan, mempelajari hal-hal baru seputar topik permasalahan (*domain*), menyusun kembali pengetahuan jika dipandang perlu, memecah aturan-aturan jika dibutuhkan, dan menentukan relevan tidaknya keahlian mereka [SRI-03:111].

Sri Kusumadewi (2003), menjelaskan bahwa pengalihan keahlian dari para ahli ke komputer untuk kemudian dialihkan lagi ke orang lain yang bukan ahli merupakan tujuan utama dari Sistem Pakar. Dan salah satu fitur yang harus dimiliki oleh Sistem Pakar adalah kemampuan untuk menalar atau bisa disebut juga inferensi. Inferensi ditampilkan pada sebuah komponen yang disebut mesin inferensi yang mencakup prosedur-prosedur mengenai pemecahan masalah dan pengambil kesimpulan berdasarkan basis pengetahuan yang dimilikinya.

2.3.6 Struktur Sistem Pakar

Sistem Pakar terbagi menjadi dua bagian penting, yaitu: lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*). Pada lingkungan pengembangan digunakan sebagai pembangun sistem pakar baik dari segi komponen maupun basis pengetahuan. Sedangkan lingkungan konsultasi digunakan oleh seorang yang bukan ahli untuk berkonsultasi. Struktur sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 2.6.





Gambar 2.6 Struktur Sistem Pakar
Sumber: [SRI-03]

2.3.7 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan merupakan pengetahuan yang dibutuhkan untuk memahami, memformulasikan, dan menyelesaikan masalah. Terdapat dua elemen dasar pembangun basis pengetahuan yaitu fakta dan *rule*. Fakta berisikan tentang sebuah situasi, kondisi, atau permasalahan yang ada. Sedangkan *rule* adalah sebuah aturan untuk mengarahkan penggunaan pengetahuan dalam memecahkan masalah [SUT-11:168].

Ada dua pendekatan basis pengetahuan dalam memecahkan masalah, yaitu [SRI-03:115]:

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

Penalaran berbasis pengetahuan merepresentasikan aturan dalam bentuk IF-THEN. Penalaran ini digunakan apabila memiliki sejumlah pengetahuan pakar pada suatu permasalahan tertentu.

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

Pada penalaran berbasis kasus, basis pengetahuan akan berisi sebuah kumpulan solusi yang telah dicapai sebelumnya. Kemudian akan diturunkan suatu solusi untuk keadaan yang terjadi sekarang.

2.3.8 Mekanisme Inferensi

Inferensi adalah sebuah prosedur yang mempunyai kemampuan dalam melakukan penalaran. Mekanisme inferensi merupakan bagian dari sistem pakar yang mempunyai peran melakukan penalaran berdasarkan urutan atau pola tertentu. Secara umum ada dua teknik dalam mekanisme inferensi untuk pengujian atura, yaitu [SUT-11:171]:

1. *Forward Chaining*

Forward chaining adalah teknik pencarian yang diawali dengan fakta yang diketahui, kemudian mencocokkan fakta tersebut dengan bagian IF dari *rule* IF-THEN. Bila ada fakta yang sesuai dengan bagian IF, maka *rule* itu akan dieksekusi. Sehingga dari kumpulan *rule* yang telah dieksekusi akan muncul sebuah fakta baru (bagian THEN).

2. *Backward Chaining*

Backward chaining adalah metode inferensi yang bekerja mundur dari hipotesis terlebih dahulu (bagian THEN). Dan untuk menguji kebenaran hipotesis tersebut maka dicari fakta-fakta berdasarkan basis pengetahuan yang ada (bagian IF).

2.4 Naïve Bayes

Naive Bayes classifier merupakan 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. Berikut akan dijelaskan terlebih dahulu Teorema Bayes yang menjadi dasar metoda tersebut [SAM-11].

Bentuk umum pada Teorema Bayes, untuk bukti/*evidence* tunggal B dan hipotesis tunggal A dapat dilihat pada persamaan (2-1) [SUT-11:189]:

$$P(A|B) = \frac{P(A) * P(B|A)}{P(B)} \dots\dots\dots (2 - 1)$$

Persamaan (2-1) dapat dijelaskan sebagai berikut:

$P(A|B)$ = Probabilitas posterior bersyarat (*conditional probability*) suatu kejadian A terjadi jika diberikan *evidence*/bukti B terjadi.

$P(A)$ = Probabilitas awal (*prior*) kejadian A terjadi tanpa memandang *evidence* yang lain.

$P(B)$ = Probabilitas awal (*prior*) kejadian B terjadi tanpa memandang *evidence* yang lain.

$P(B|A)$ = Probabilitas sebuah *evidence* B terjadi akan mempengaruhi hipotesis A.

Sedangkan, bentuk untuk *evidence* tunggal B dan hipotesis ganda A_1, A_2, \dots, A_n dapat dilihat pada persamaan (2-2) [SUT-11:190]:

$$P(A_i|B) = \frac{P(A_i) * P(B|A_i)}{\sum_{k=1}^n P(A_k|B) * P(A_k)} \dots\dots\dots (2 - 2)$$

Persamaan (2-2) dapat dijelaskan sebagai berikut:

$P(A_i|B)$ = Probabilitas posterior bersyarat (*conditional probability*) suatu kejadian A_i terjadi jika diberikan *evidence*/bukti B terjadi.

$P(A_i)$ = Probabilitas hipotesis A_i terjadi tanpa memandang *evidence* yang lain.

$P(B|A_i)$ = Probabilitas sebuah *evidence* B terjadi, jika hipotesis A_i terjadi.

n = jumlah hipotesis yang terjadi.

Bentuk lain untuk *evidence* ganda B_1, B_2, \dots, B_n dan hipotesis ganda A_1, A_2, \dots, A_n dapat dilihat pada persamaan (2-3) [SUT-11:190]:

$$P(A_i|B_1 \dots B_n) = \frac{P(A_i) * P(B_1 \dots B_n|A_i)}{\sum_{k=1}^n P(A_k) * P(B_1 \dots B_n|A_k)} \dots\dots\dots (2 - 3)$$

Persamaan (2-3) dapat dijelaskan sebagai berikut:

$P(A_i|B_1 \dots B_n)$ = Probabilitas posterior bersyarat (*conditional probability*) suatu hipotesis A_i terjadi jika diberikan *evidence*/bukti $B_1 \dots B_n$ terjadi.

$P(A_i)$ = Probabilitas hipotesis A_i terjadi tanpa memandang *evidence* yang lain.

$P(B_1 \dots B_n|A_i)$ = Probabilitas awal (*prior*) *evidence* $B_1 \dots B_n$ yang dipengaruhi hipotesis A_i .



n = jumlah hipotesis yang terjadi.

Persamaan (2-3) menjelaskan bahwa peluang masuknya sampel dengan karakteristik tertentu dalam kelas A_i (*posterior*) adalah peluang munculnya kelas A_i (sebelum masuknya sampel tersebut, atau disebut juga *prior*), dikali dengan peluang kemunculan karakteristik-karakteristik sampel pada kelas A_i (disebut juga *likelihood*), dibagi dengan peluang kemunculan karakteristik-karakteristik sampel secara global (disebut juga *evidence*). Karena itu, Persamaan (2-3) dapat pula ditulis secara sederhana. Persamaan tersebut dapat dilihat pada persamaan (2-4) [SAM-11]:

$$Posterior = \frac{prior \times likelihood}{evidence} \dots \dots \dots (2 - 4)$$

Nilai *evidence* selalu tetap untuk setiap kelas pada satu sampel. Nilai dari *Posterior* tersebut yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai-nilai *Posterior* kelas lainnya untuk menentukan ke kelas apa suatu sampel akan diklasifikasikan. Sehingga persamaan (2-3) dapat diubah menjadi lebih sederhana. Penyederhanaan persamaan tersebut dapat dilihat pada persamaan (2-5) [SAM-11]:

$$P(A|B_1 \dots B_n) = P(A) \prod_{i=1}^n P(B_i|A) \dots \dots \dots (2 - 5)$$

Persamaan (2-5) merupakan model dari teorema *Naive Bayes* yang selanjutnya akan digunakan dalam Pemodelan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kopi *Arabica*.

2.5 Tingkat Akurasi

Proses pengujian dilakukan melalui dua tahapan yaitu pengujian validasi dan pengujian akurasi. Pada pengujian validasi akan digunakan teknik pengujian *Black-Box Testing*. Pengujian validasi dapat dihitung menggunakan persamaan (2-6):

$$Validasi = \frac{jumlah\ kasus\ uji\ valid}{jumlah\ kasus\ uji} \times 100\% \dots \dots \dots (2 - 6)$$

Pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui performa dari Sistem Pakar dalam melakukan diagnosa penyakit. Pengujian akurasi dilakukan dengan cara mencocokkan hasil diagnosa sistem dengan hasil diagnosa seorang pakar. Pengujian akurasi dapat dihitung menggunakan persamaan (2-7):

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah kasus uji akurat}}{\text{jumlah kasus uji}} \times 100\% \dots \dots \dots (2 - 7)$$

