

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Lanuari (2017) meneliti tentang sistem pakar penentuan penyakit tanaman kopi dengan menggunakan metode *certainty factor* di Universitas Jember. Studi kasus penelitian ini berada di Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao Jember. Penulis menjadikan basis pengetahuan pada penelitian ini sebagai salah satu rujukan

Kartikasari (2017) meneliti tentang sistem pakar diagnosa hama dan penyakit tanaman kopi menggunakan metode backward chaining berbasis web di Universitas Jember. Penulis menjadikan basis pengetahuan pada penelitian ini sebagai salah satu rujukan

Syadi (2017) meneliti tentang aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit rematik. Sistem pakar yang dibangun menggunakan metode *Naïve Bayes Classifier* di Universitas Trunojoyo Madura. Penulis mengambil acuan cara penerapan rumus naïve bayes pada penelitian ini.

Ramadhan (2018) meneliti tentang perbandingan 3 metode yaitu *certainty factor*, *demptster shafer* dan *naïve bayes* dalam studi kasus inflamasi dermatitis imun pada anak. Pada penelitian ini diperoleh hasil terbaik yaitu pada metode *certainty factor* dengan hasil diagnosa eksim dermatitis dengan derajat kepercayaan sebesar 0,80. Penulis mengambil acuan cara penerapan rumus *certainty factor* pada penelitian ini.

Tobunggu (2020) meneliti tentang perbandingan metode yaitu *Certainty Factor* dan *Demptster Shafer* dalam studi kasus penyakit kulit. Pada penelitian ini

diperoleh hasil terbaik yaitu pada metode *certainty factor* dengan akurasi 100%. Pada penelitian ini penulis merujuk pada pengujian metode yang menggunakan *confusion matrix*

Usulan Peneliti (2020) meneliti tentang perbandingan 2 metode yaitu *Naïve Bayes* dan *Certainty factor* dalam studi kasus identifikasi hama dan penyakit tanaman kopi. Beberapa penelitian sebelumnya yang telah dipaparkan diatas telah dirangkum pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Daftar Penelitian

No	Penelitian	Masalah	Metode	Basis Pengetahuan	Hasil
1	Gatra Lanuari (2017)	Penyakit tanaman kopi	<i>Certainty factor</i>	26 gejala dan 9 penyakit.	Sistem pakar berbasis web untuk mendiagnosis penyakit tanaman kopi dan tingkat kepercayaannya.
2	Yuli Dwi Kartikasari (2017)	Hama Penyakit Tanaman Kopi	<i>Backward Chaining</i>	32 gejala dan 10 diagnosa	Hasil akurasi dari metode Backward Chaining dalam mendiagnosa hama penyakit tanaman kopi adalah 88%
3	Sayadi (2017)	Penyakit rematik	<i>Naïve Bayes Classifier</i>	13 gejala dan 3 penyakit	Hasil uji pasien Memperoleh hasil 0.0115 untuk diagnosa penyakit Osteoarthritis
5	Ramadhan (2018)	Penyakit Inflamasi Dermatitis Imun pada Anak	<i>Certainty factor</i> , <i>Dempster Shafer</i> dan <i>Teorema Bayes</i>	10 gejala dan 3 penyakit	<i>Certainty factor</i> : 0.80 untuk penyakit Eksim Dermatitis, <i>Dempster Shafer</i> : 0.6 untuk penyakit Atopik, dan <i>Bayes</i> : 0.51 untuk Eksim Dermatitis.

Tabel 2.1 Lanjutan Tabel

No	Penelitian	Masalah	Metode	Basis Pengetahuan	Hasil
5	Hidayatullah Tobunggu (2020)	Penyakit Kulit	<i>Certainty factor dan Dempster Shafer</i>	42 gejala dan 10 penyakit	<i>Certainty factor</i> : lebih baik dibandingkan naïve bayes dalam mendiagnosa penyakit kulit
6	Usulan Peneliti (2020)	Hama dan Penyakit Tanaman Kopi	<i>Certainty factor dan Naïve Bayes</i>	5 hama dan 8 penyakit	Hasil analisa perbandingan metode <i>Certainty factor</i> dan <i>Naïve Bayes</i>

2.2 Dasar Teori

Dasar teori digunakan untuk memahami definisi, pengertian dasar dan istilah yang digunakan dalam penelitian ini. Berikut dasar teori yang digunakan :

2.2.1 Tanaman Kopi

Kopi (*coffea sp.*) adalah tanaman yang berbentuk pohon, tanaman ini tumbuhnya tegak, bercabang, dan tumbuh dapat mencapai tinggi 12 m. Daunnya bulat telur dengan ujung agak meruncing (Najiyati dan Danarti, 2001). Dua varietas pohon kopi yang dikenal secara umum yaitu Kopi Robusta (*Coffea canephora*) dan Kopi Arabika (*Coffea arabica*).

Klasifikasi tanaman kopi (*Coffea sp.*) adalah sebagai berikut (Rahardjo, 2012)

Kingdom : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Rubiales

Family : Rubiaceae
 Genus : Coffea
 Spesies : Coffea sp.

2.2.2 Hama dan Penyakit Tanaman Kopi

Hama merupakan organisme yang merusak tanaman, mulai dari memakan bagian tanaman (akar, batang, cabang dan buah) sampai menghisap cairan dari jaringan tanaman tersebut. Penyakit tanaman adalah proses gangguan fisiologis pada tanaman yang disebabkan mikroorganisme patogenik seperti bakteri, cendawan, dan virus. Adapun deskripsi hama dan penyakit yang diteliti pada penelitian ini ditampilkan pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Deskripsi Hama dan Penyakit

No	Hama Penyakit	Deskripsi
1	Penggerek Buah Kopi (<i>Hypothenemus Hampei</i>)	<i>Hypothenemus Hampei</i> atau PBKo adalah hama kumbang yang menyerang buah kopi dengan cara membuat lubang di sekitar diskus dan masuk ke dalam buah kopi. Serangan pada buah akan berakibat penurunan mutu kopi karena biji berlubang (Teknologi Pengendalian Hama Dan Penyakit Tanaman Kopi, 2015).
2	Penggerek Batang Merah (<i>Zeuzera coffeae</i>)	Hama ini menggerek bagian batang atas dari tanaman kopi. Larva mengebor batang tanaman kopi. Apabila luas gerekkan melingkar dan bertemu maka bagian tanaman di atas gerekkan akan mengering, mati, dan mudah patah (Teknologi Pengendalian Hama Dan Penyakit Tanaman Kopi, 2015).
3	Penggerek Cabang dan Ranting (<i>Xylosandrus</i>)	Hama penggerek cabang <i>Xylosandrus</i> menggerek cabang kopi yang muda dan masih lunak. Kumbang ini membikin lubang masuk kedalam ranting pohon kopi sehingga ranting atau cabang itu tidak berbuah (Ditlinbun, 2002).

Tabel 2.2 Lanjutan Tabel

No	Hama Penyakit	Deskripsi
4	Kutu Hijau (<i>Coccus Viridis</i>)	Kutu hijau menyerang cabang, ranting dan daun pohon kopi yang berwarna hijau. Kutu ini menjalin hubungan simbiosis mutualisme dengan semut. Kutu hijau lebih suka musim kemarau dan juga lebih senang di dataran rendah daripada di dataran tinggi (Dirlinbun, 2002).
5	Wereng (<i>Sanurus Indecora</i>)	Wereng menyerang baik pada daun cabang, dan batang tanaman. Bagian yang terserang akan terhambat pertumbuhannya, tunas mengalami malformasi, rontok, dan mati. Kerusakan dapat bertambah parah jika lapisan lilin tersebut ditumbuhi embun jelaga karena dapat menghambat fotosintesis (Dirlinbun, 2002).
6	Karat Daun (<i>H. Vastatrix</i>)	<i>H. Vastatrix</i> yang menyerang saat pembibitan atau saat tanaman dewasa. Gejalanya yaitu daun yang sakit timbul bercak kuning kemudian berubah menjadi coklat. Permukaan bercak pada sisi bawah daun terdapat uredospora seperti tepung berwarna oranye atau jingga. (Dirlinbun, 2002).
7	Jamur Upas (<i>Upasia salmonicolor</i>)	<i>U. salmonicolor</i> dapat menyerang batang, cabang, ranting dan buah kopi. Serangan dimulai dengan adanya benang-benang jamur tipis seperti sarang laba-laba. Selanjutnya pada bagian tersebut terjadi nekrosis kemudian membusuk sehingga warnanya menjadi coklat tua atau hitam (Dirlinbun, 2002).
8	Mati Pucuk (<i>Rhizoctonia sp.</i>)	Penyakit ini ditemukan pada tanaman kopi muda yang belum dipangkas ujungnya, dan gejala penyakit adalah matinya ujung batang, cabang, atau ranting, yang disertai dengan menguning dan gugurnya daun yang sakit (Teknologi Pengendalian Hama Dan Penyakit Tanaman Kopi, 2015).
9	Bercak Daun (<i>C. Coffeicola</i>)	Daun yang terserang akan 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 (Dirlinbun, 2002).

Tabel 2.2 Lanjutan Tabel

No	Hama Penyakit	Deskripsi
10	Akar Coklat (<i>Fomes Noxius Corner</i>)	Penyakit ini disebabkan oleh Jamur <i>Fomes Noxius Corner</i> . Permukaan akar tanaman terserang akan diliputi oleh benang-benang jamur yang berwarna cokelat karat dan mengikat erat butir-butir tanah. Pada butir-butir tanah terdapat hifa jamur berwarna cokelat.
11	Akar Hitam (<i>Rosellinia Bunodes</i>)	Gejala serangan jamur ini adalah pohon mati secara mendadak, pada pangkal batang dan akar-akar terdapat banyak benang jamur berwarna hitam, yang sering bersatu dan membentuk lapisan berwarna hitam (Teknologi Pengendalian Hama Dan Penyakit Tanaman Kopi, 2015).
12	Kanker Belah (<i>Armillaria sp</i>)	Gejala serangan ditandai dengan daun-daun menguning, layu, dan akhirnya gugur serta cabang-cabang mati. Gejala lanjut terdapat cela-celah memanjang pada pangkal batang dan akar tunggang (Dirlinbun, 2002).
13	Nematoda (<i>Pratylenchus coffeae</i>)	Serangan nematoda dapat mempengaruhi proses fotosintesis dan transpirasi serta status hara tanaman, sehingga pertumbuhan terhambat, warna daun kuning klorosis dan akhirnya tanaman mati. Selain itu serangan nematoda dapat menyebabkan tanaman lebih mudah terserang patogen atau OPT lainnya (Dirlinbun, 2002).

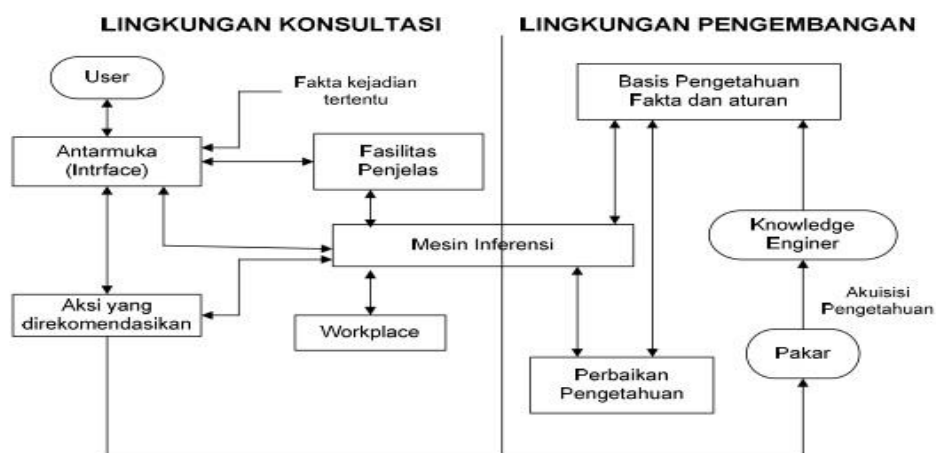
2.2.3 Sistem Pakar

Secara umum sistem pakar (*expert system*) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia kedalam komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang dilakukan oleh para ahli. Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru cara kerja dari para ahli.

Ada beberapa defenisi sistem pakar (Kusumadewi, 2003), antara lain:

- a. Menurut (Durkin, 1994) : Sistem pakar adalah suatu program komputer yang dirancang untuk memodelkan kemampuan penyelesaian masalah yang dilakukan oleh seorang pakar.
- b. Menurut (Ignizo, 1991) : Sistem pakar adalah suatu model dan prosedur yang berkaitan dalam suatu domain tertentu yang mana tingkat keahliannya dapat
- c. Menurut (Giarratano dan Reley, 1994) : Sistem pakar adalah suatu sistem komputer yang bisa menyamai atau meniru kemampuan seorang pakar.

2.2.4 Arsitektur Sistem Pakar



Gambar 2. 1 Arsitektur Sitem Pakar (Kusumadewi, 2003)

- a. Antar muka pengguna (*user interface*)

Pada komponen ini terjadi dialog antara program dan *user*, dimana sistem menerima *input* berupa informasi dan instruksi dari *user*, dan sistem memberikan *output* berupa informasi kepada *user*.

- b. Basis pengetahuan (*knowledge base*)

Basis pengetahuan merupakan kumpulan informasi dan pengalaman seorang ahli pada suatu bidang tertentu.

c. Akuisisi Pengetahuan (*knowledge acquisition*)

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.

d. Mesin inferensi

Mesin inferensi merupakan otak dari sistem pakar yang mengandung fungsi berpikir dan pola-pola penalaran sistem yang digunakan oleh seorang pakar. Mesin inferensi bertindak sebagai penarik kesimpulan dan mengontrol mekanisme dari sistem pakar.

e. Memori kerja (*working memory*)

Memori kerja merupakan tempat penyimpanan fakta-fakta yang diketahui dari hasil menjawab pertanyaan.

f. Subsistem penjelasan (*explanation subsystem*)

Komponen ini merupakan komponen tambahan yang akan meningkatkan kemampuan sistem pakar. Komponen ini menggambarkan penalaran sistem kepada pemakai dengan cara menjawab pertanyaan-pertanyaan.

g. Perbaikan pengetahuan

Pakar memiliki kemampuan untuk menganalisa dan meningkatkan kinerjanya serta kemampuan untuk belajar dari kinerjanya.

2.2.5 Metode Certainty Factor

Faktor kepastian (*certainty factor*) diperkenalkan oleh Shortliffe Buchanan dalam pembuatan MYCIN (Wesley, 1984). *Certainty factor* (CF) merupakan nilai parameter klinis yang diberikan MYCIN untuk menunjukkan besarnya kepercayaan. *Certainty factor* didefinisikan sebagai berikut (Giarattano dan Riley, 1994) :

$$CF(H,E) = MB(H,E) - MD(H,E) \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

- CF(H,E)** : Certainty Factor dari hipotesis H yang dipengaruhi oleh fakta (evidence) E.
- MB(H,E)** : Ukuran kepercayaan terhadap hipotesis H, jika diberikan evidence e (antara 0 dan 1).
- MD(H,E)** : Ukuran ketidakpercayaan terhadap evidence H, jika diberikan evidence e (antara 0 dan 1).
- H** : Hipotesis

Apabila terdapat kaidah dengan kesimpulan yang serupa (similiary concluded rules) atau lebih dari satu gejala, maka CF selanjutnya dihitung sebagaimana pada persamaan 2.2

$$CF_{combine}(CF1,CF2) = CF1 + CF2 * (1 - CF1) \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan ;

- CF1** : Nilai kepastian gejala awal atau sebelumnya.
- CF2** : Nilai kepastian gejala berikutnya,
- CFcombine** : Nilai CF penyakit dari kombinasi gejala CF1 dan CF2.

Karena nilai certainty factor yang diberikan bernilai positif yaitu lebih besar dari nol. Rumus tersebut kemudian dapat diterapkan pada beberapa aturan (rule) yang berbeda secara bertingkat. Nilai *certainty factor* setiap premis/gejala merupakan nilai yang diberikan oleh seorang pakar maupun literatur yang mendukung.

2.2.6 Metode Naïve Bayes

Naïve Bayes merupakan pengklasifikasi probabilitas sederhana berdasarkan pada teorema Bayes. Keuntungan dari klasifikasi adalah bahwa ia hanya membutuhkan sejumlah kecil data pelatihan untuk memperkirakan parameter (sarana dan varians dari variabel) yang diperlukan untuk klasifikasi. Karena variabel independen diasumsikan, hanya variasi dari variabel untuk masing-masing kelas harus ditentukan, bukan seluruh matriks kovarians. Dalam prosesnya, Naïve Bayes mengasumsikan bahwa ada atau tidaknya suatu fitur pada suatu kelas tidak berhubungan dengan ada atau tidaknya fitur lain di kelas yang sama (Bustami, 2014).

Teorema Bayes Menyatakan :

$$(P|BA) = \frac{P(A|B) P(B)}{P(A)} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

$P(B|A)$ = Peluang B jika diketahui keadaan jenis penyakit A

$P(B|A)$ = Peluang evidence A jika diketahui hipotesis B

$P(B)$ = Probabilitas hipotesis B tanpa memandang evidence apapun

$P(A)$ = Peluang evidence penyakit A

Menggunakan teorema Bayes ini, persamaan (2.3) dapat ditulis sebagai berikut:

$$V_{MAP} = \underset{v_j \in V}{\operatorname{argmax}} \frac{P(a_1 a_2 \dots a_n | V_j) P(v_j)}{P(a_1 a_2 \dots a_n)} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

V_{MAP} = Probabilitas tertinggi.

$P(v_j)$ = Peluang jenis penyakit ke

$P(a_1 a_2 \dots a_n | v_j)$ = Peluang atribut-atribut (inputan) jika diketahui keadaan v_j .

$P(a_1 a_2 \dots a_n)$ = Peluang atribut-atribut (inputan)

Untuk menghitung $P(a_1 a_2 \dots a_n | V_j) P(v_j)$ semakin sulit karena jumlah gejala $P(a_1 a_2 \dots a_n | V_j) P(v_j)$ bisa jadi sangat besar. Hal ini disebabkan jumlah gejala tersebut sama dengan jumlah semua kombinasi gejala dikali dengan jumlah kategori yang ada.

Perhitungan Naïve bayes classifier adalah menghitung $P(a_i | v_j)$ dengan rumus :

$$P(a_i | V_j) = \frac{nc + mp}{n + m} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana:

nc = jumlah record pada data learning yang $v = v_j$ dan $a = a_i$

$p = 1 /$ banyaknya jenis class / penyakit

m = jumlah parameter / gejala

n = jumlah record pada data learning yang $v = v_j$ / tiap class

Langkah langkah penyelesaian naïve bayes pada sistem ini yaitu :

1. Menentukan nilai n_c untuk setiap class
2. Menghitung nilai $P(a_i|v_j)$ dan menghitung nilai $P(v_j)$

$$V_{MAP} = \underset{v_j \in V}{\operatorname{argmax}} P(v_j) \prod_i P(a_i|v_j) \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

$$P(a_i|V_j) = \frac{n_c + m_p}{n + m}$$

3. Menghitung $P(a_i|v_j) \times P(v_j)$ untuk tiap v
4. Menentukan hasil klasifikasi yaitu v yang memiliki hasil perkalian yang terbesar.

2.2.7 Penilaian Sistem

Penilaian sistem dilakukan dengan melakukan tes diagnostik untuk mengukur kemampuan sistem untuk mendeteksi penyakit. Sensitivitas dan spesifisitas digunakan untuk menentukan akurasi tes diagnostik. Nilai prediktif dapat digunakan untuk memperkirakan probabilitas penyakit, tetapi nilai prediktif positif dan nilai prediktif negatif bervariasi sesuai dengan prevalensi penyakit.

Proses revisi kasus perlu dilakukan jika sistem tidak dapat mendiagnosis penyakit dengan benar. Sistem ini dianggap tidak berhasil untuk mendiagnosis penyakit jika nilai akurasi kurang dari 0,8 (80%). Analisis dilakukan dengan menggunakan 4 parameter yaitu TP(True Positive), TN(True Negative), FP(False Positive) dan FN(False Negative) dan kemudian mereka digunakan dalam

menghitung sensitivitas, spesifisitas. Perhitungan nilai menggunakan persamaan (2.7), (2.8), (2.9) dan (2.10) (Faizal dan Hamdani, 2018).

$$sensitivity = \left[\frac{TP}{(TP+FN)} \right] * 100\% \dots\dots\dots(2.7)$$

$$specificity = \left[\frac{TN}{(TN+FP)} \right] * 100\% \dots\dots\dots(2.8)$$

$$accuracy = sensitivity \frac{P}{(P+N)} + specificity \frac{N}{(P+N)} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$error\ rate = \frac{FP+FN}{(P+N)} * 100\% \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

Sensitivity = kemampuan tes diagnosis untuk mendeteksi dengan benar atau rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan data positif.

Specificity = kemampuan tes diagnosis untuk menolak dengan benar atau kebenaran memprediksi negatif dibandingkan dengan keseluruhan data negatif.

Accuracy = rasio prediksi benar (positif dan negatif) dengan keseluruhan data.

Error rate = Tingkat kesalahan.

P = Total hasil diagnosis positif

N = Total hasil diagnosis negatif.

Nilai-nilai ini akan muncul dalam confusion matrix. Confusion matrix adalah cara yang berguna untuk menganalisis seberapa baik sistem mengenali tupel dari kelas yang berbeda. TP dan TN memberikan informasi saat sistem benar,

sementara FP dan FN memberi tahu saat sistem salah. Sensitivitas dan spesifisitas dapat digunakan untuk klasifikasi akurasi. Sensitivitas dapat ditetapkan sebagai tingkat positif sejati (pengakuan) (proporsi tupel positif yang diidentifikasi dengan benar). Sedangkan spesifisitas adalah tingkat negatif sejati (proporsi tupel negatif yang diidentifikasi dengan benar). Fungsi sensitivitas dan spesifisitas dapat digunakan untuk menunjukkan tingkat akurasi dengan persamaan (2.9) dan tingkat tingkat kesalahan sistem juga dapat dihitung dengan persamaan (2.10).