

**SKRIPSI**

**SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN KAKAO  
MENGUNAKAN KOMBINASI METODE *FORWARD CHAINING* DAN  
*CASE BASED REASONING***

***EXPERT SYSTEM FOR DISEASE DIAGNOSIS IN COCOA PLANTS USING  
A COMBINATION OF FORWARD CHAINING AND CASE BASED  
REASONING METHODS***



**Oleh:**

**NUR AMELIA  
D0216517**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT  
MAJENE  
2023**

## ABSTRAK

Penelitian ini menggambarkan pengembangan aplikasi berbasis *Case Based Reasoning* dan *Forward Chaining* untuk sistem analisis gejala penyakit. Aplikasi ini dirancang dengan tujuan melakukan perhitungan pencarian kedekatan terhadap gejala dan penyakit berdasarkan kasus sebelumnya, serta melibatkan penalaran kedepan untuk memberikan solusi terhadap gejala yang diinputkan. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi sebesar 95% setelah dilakukan 20 kali pengujian, dengan uji *BlackBox* memverifikasi kinerja aplikasi tanpa adanya kesalahan fungsi. Kesimpulan penelitian menyarankan pengembangan lebih lanjut, baik dari segi algoritma dan metode, maupun pada permasalahan yang lebih kompleks. Disarankan juga untuk melakukan perbandingan algoritma guna menentukan metode terbaik dalam analisis atau diagnosa. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan aplikasi cerdas yang dapat memberikan solusi akurat terhadap gejala penyakit.

**Keywords:** Penyakit kakao, Sistem Pakar, *Case Based Reasoning*, *Forward Chaining*.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Kakao merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan yang peranannya cukup penting bagi perekonomian bangsa Indonesia, khususnya sebagai penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan dan devisa negara. Komoditas perkebunan ini telah menjadi andalan bagi pendapatan nasional dan devisa negara Indonesia. Hal ini dapat dilihat dari nilai ekspor komoditas perkebunan, dimana pada tahun 2013 total ekspor perkebunan mencapai US\$ 29,476 milyar atau setara dengan Rp.353,713 triliun (asumsi 1 S\$=Rp.12.000) (Dirjenkeb, 2017).

Sulawesi Barat sendiri menempatkan Kakao sebagai sebuah komoditi yang cukup besar dan menjadi salah satu sektor pertanian yang paling banyak diminati oleh masyarakat (Komite Pemantauan Pelaksanaan Otonomi Daerah, 2013). Namun dalam beberapa masalah yang didapatkan para petani adalah adanya serangan hama atau penyakit yang menyerang Kakao yang sedang dikembangbiakan oleh para petani (Sitorus, Suardi, & Saputra, 2016).

Berdasarkan permasalahan tersebut penulis ingin membuat Sistem Pakar dalam melakukan diagnosa penyakit pada tanaman Kakao. Dimana tanaman Kakao sendiri mempunyai beberapa gangguan penyakit yang dapat menyerang tanaman tersebut. Adapun penyakit yang sering terdapat pada tanaman

kakao yaitu busuk buah, kanker batang, antraknosa, upas, dan penyakit-penyakit lain seperti penyakit-penyakit akar, belang daun, tunas bengkok, penyakit sapu, busuk buah monilia, dan *vascular streak dieback* (Mulia & Pasembe, 2021).

Penerapan metode *Forward Chaining* dan *Case Based Reasoning* telah dilakukan sebelumnya oleh Sani dan kawan-kawan. Dimana dalam penelitian tersebut menggabungkan algoritma *Forward Chaining* dan *Case Base Reasoning* dalam mendeteksi penyakit computer/laptop, hasil yang dapat diberikan dari metode *Forward Chaining* adalah berupa basis pengetahuan serta kesimpulan, sementara untuk metode *Case-Based Reasoning* menghasilkan keluaran berupa nilai valid dari beberapa proses yang sudah dilakukan. Dari kedua metode tersebut dapat dikatakan bahwa metode *Case-Based Reasoning* memiliki akurasi yang tinggi di dalam menghasilkan suatu kesimpulan dikarenakan adanya perhitungan dan nilai yang didapat. Sistem ini dapat membantu bagi pengguna perangkat komputer untuk lebih mandiri di dalam merawat serta memperbaiki perangkat yang mereka miliki (Sani, Ferdiansyah, Sumarsono, Sudarsono, & Yuniarto, 2019).

Dalam penelitian ini penulis akan menggunakan Kombinasi Metode *Forward Chaining* dan *Case Based Reasoning* yang dimana *Forward chaining* merupakan metode yang dimulai dari memasukkan gejala-gejala penyakit tanaman kakao untuk mendapatkan kesimpulan dari gejala yang telah dimasukkan. Sedangkan *Case Based Reasoning* merupakan metode perhitungan yang setiap gejalanya memiliki nilai belief yang diberikan oleh seorang pakar.

## **B. RUMUSAN MASALAH**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi dari algoritma *Forward Chaining* dan *Case Based Reasoning* dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman kakao.
2. Bagaimana hasil pengujian dari aplikasi diagnosa penyakit tanaman kakao menggunakan *Forward Chaining* dan *Case Based Reasoning*.

## **C. BATASAN MASALAH**

Adapun batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini fokus melakukan diagnosa penyakit tanaman Kakao.
2. Adapun Metode yang digunakan adalah gabungan dari *Forward Chaining* dan *Case Based Reasoning* dalam melakukan diagnosa penyakit tanaman Kakao.
3. Dalam diagnosa penyakit tanaman Kakao ini akan menggunakan jenis penyakit yang umum di alami oleh para petani Kakao seperti Penyakit Penggerek Buah Kakao, Busuk buah kakao ( *Monilia*), Kanker Batang Kakao, Penyakit *Antraknose collettrich*, Penyakit Akar, Hawar Benang, Antraknose, dan Tunaas Bengkak.

## **D. TUJUAN PENELITIAN**

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengimplementasikan algoritma *Forward Chaining* dan *Case Based Reasoning* dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman kakao.
2. Untuk melihat hasil pengujian aplikasi diagnosa penyakit pada tanaman kakao menggunakan *Forward Chaining* dan *Case Based Reasoning*.

#### **E. MANFAAT PENELITIAN**

1. Untuk Petani: Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memudahkan petani kakao dalam mencari informasi tentang penyakit sehingga petani dapat mencari cara penanggulangannya.
2. Untuk Pemerintah: Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai rekomendasi sistem yang dapat digunakan untuk membantu masyarakat khususnya para petani Kakao.
3. Untuk Akademisi: Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai sumber ilmu bagi para pembaca dan dijadikan sebagai referensi terhadap penelitian yang berhubungan dengan sistem pakar diagnosa penyakit tanaman kakao dengan implementasi metode *Forward Chaining* dan *Case Based Reasoning*.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. TANAMAN KAKAO**

Tanaman kakao merupakan salah satu tanaman perkebunan yang dikembangkan dalam rangka peningkatan sumber devisa negara dari sektor nonmigas. Tanaman kakao tersebut merupakan salah satu anggota *Genus Theobroma* dari *Familia Sterculiaceae* yang banyak dibudidayakan. Tanaman kakao memiliki buah, buah kakao difermentasi dan dijadikan serbuk yang disebut cokelat bubuk. Cokelat dalam bentuk bubuk ini banyak dipakai sebagai bahan untuk membuat berbagai macam produk makanan dan minuman, seperti susu, selai, roti, dan lain–lain (Anonymous, 2018).

Tanaman kakao dalam Bahasa latinnya disebut sebagai (*Theobroma Cacao L*) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang dikembangkan dalam rangka peningkatan sumber devisa negara dari sektor nonmigas. Tanaman kakao tersebut merupakan salah satu anggota *Genus Theobroma* dari familia *Sterculiaceae* yang banyak dibudidayakan. Tanaman kakao memiliki buah, buah kakao difermentasi dan dijadikan serbuk yang disebut cokelat bubuk. Cokelat dalam bentuk bubuk ini banyak dipakai sebagai bahan untuk membuat berbagai macam produk makanan dan minuman, seperti susu, selai, roti, dan lain–lain (Amirullah, 2018).

Kurangnya pengetahuan dan pemahaman para petani Kakao tentang Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dan dampak yang diakibatkan oleh

pemakaian pestisida dalam upaya pengendalian hama sehingga menimbulkan dampak dimana semakin banyaknya hama-hama yang resisten terhadap berbagai jenis pestisida. Banyak predator yang tersedia secara alamiah ikut terbasmi oleh ampuhnya pestisida. Semua itu mengakibatkan terjadinya lonjakan biaya tinggi pada sistem pertanian (Sitorus, Suardi, & Saputra, 2016).

Adapun penyakit-penyakit yang akan di diagnosa pada penelitian ada 8 penyakit dimana diantaranya adalah Penyakit Penggerek buah kakao, Busuk Buah Kakao (Monilia), Kanker Batang Kakao, Penyakit *Antraknose Colletrich*, Penyakit Akar, Hawar Benang, *Antraknosa*, dan Tunas Bengkak (Hawa, Abdullah, & Usman, 2015).

## **B. SISTEM PAKAR**

Sistem pakar atau *Expert System* dikenal juga sebagai *Knowledge-Based System* merupakan suatu sistem berbasis aplikasi komputer yang ditujukan untuk membantu pengambilan keputusan atau pemecahan permasalahan dalam bidang yang spesifik yang tidak bisa diselesaikan oleh orang awam. Sistem ini disebut dengan sistem pakar karena fungsi dan perannya menirukan seorang pakar yang harus memiliki pengetahuan dalam memecahkan suatu masalah (Putri, 2020).

Sistem pakar merupakan cabang ilmu dari *Artificial Intelligent (AI)* yang cukup tua karena sistem ini mulai dikembangkan pada tahun 1960. Sistem pakar adalah program AI dengan basis pengetahuan (*Knowledge Based*) yang diperoleh dari pengalaman pakar atau ahli dalam memecahkan persoalan pada bidang tertentu dan didukung mesin inferensi yang melakukan penalaran atau pelacakan

terhadap fakta-fakta dan aturan-aturan yang ada di basis pengetahuan setelah dilakukan pencarian sehingga dicapai kesimpulan (Hayadi, 2018).

Penelitian ini juga akan menggunakan pembelajaran dari seorang pakar, dimana akan membuat sistem yang dimana dapat melakukan diagnosa penyakit pada tanaman Kakao.

### **C. FORWARD CHAINING**

*Forward Chaining* atau runut maju memiliki arti mempergunakan himpunan kaidah kondisi, Metode ini kaidah interpreter mencocokkan fakta atau statement dalam pangkalan data dengan situasi yang dinyatakan dalam kaidah if. Bila fakta dalam pangkalan data telah sesuai dengan kaidah if maka kaidah distimulasi. Proses ini diulang hingga didapatkan hasil (Setyapratama, 2019).

Metode *Forward Chaining* adalah suatu pendekatan yang digerakkan oleh tujuan (*goal-driven*). *Forward Chaining* mencari fakta yang sesuai dengan bagian dari IF dari aturan IF-THEN. Cara kerja metode ini adalah dengan melakukan teknik pelacakan ke depan yang dimulai dengan informasi yang ada dan menggabungkan beberapa rule untuk menghasilkan suatu kesimpulan atau tujuan. Strategi sistem ini dimulai dimulai dari inputan beberapa fakta, lalu menurunkan fakta-fakta dari beberapa aturan yang cocok pada basis pengetahuan (*Knowledge Based*) dan melanjutkan prosesnya hingga jawaban yang didapat sesuai. *Forward chaining* dapat dikatakan sebagai jenis penelusuran deduktif (Sani, Ferdiansyah, Sumarsono, Sudarsono, & Yuniarto, 2019). Berikut adalah contoh penggunaan forward chaining pada kasus yang penulis ujikan.

Tabel 2.1. Rule permasalahan dan Konseling

<b>KONSELING</b>
<p><b>IF</b> Muncul bercak kecil pada buah sekitar dua hari setelah infeksi.  <b>AND</b> Bercak berwarna coklat kemudian berubah menjadi kehitaman dan meluas dengan cepat sampai seluruh buah tertutup.  <b>AND</b> Buah benar-benar menghitam sekitar 14 hari dan jaringan internal termasuk biji, membentuk mumi yang merupakan sumber utama infeksi busuk buah.  <b>THEN</b> <i>Busuk Buah Kakao (Monilia)</i></p>
<p><b>IF</b> Menggelembungnya bagian batang atau cabang dan berwarna gelap atau kehitaman.  <b>AND</b> Terdapat cairan kemerahan yang tampak seperti lapisan karat.  <b>AND</b> Jika lapisan yang membusuk ini dibersihkan akan tampak lapisan berwarna merah ungu.  <b>THEN</b> <i>Kanker Batang Kakao</i></p>
<p><b>IF</b> Ranting gundul berbentuk seperti sapu, sering berlanjut dengan mati ranting.  <b>AND</b> Bintik-bintik coklat pada daun muda, bercak coklat yang tidak beraturan, infeksi pada daun muda dapat menyebabkan gugur daun.  <b>THEN</b> <i>Penyakit Antraknose Colletrich</i></p>
<p><b>IF</b> Mula-mula daun menguning.  <b>AND</b> Layu dan akhirnya gugur kemudian diikuti dengan kematian tanaman.  <b>THEN</b> <i>Penyakit Akar</i></p>
<p><b>IF</b> Mula-mula daun menguning.  <b>AND</b> Adanya kumpulan benang-benang jamur (miselium) berwarna putih yang merangkai daun dan ranting.  <b>AND</b> Benang-benang berubah menjadi coklat dan akhirnya menjadi hitam.  <b>THEN</b> <i>Hawar Benang</i></p>

(Contoh kasus penelitian)

#### **D. CASE BASED REASONING (CBR)**

*Case Based Reasoning* (CBR) adalah metode untuk menyelesaikan masalah dengan mengingat kejadian-kejadian yang sama atau sejenis (similar) yang pernah terjadi di masa lalu kemudian menggunakan pengetahuan atau informasi tersebut untuk menyelesaikan masalah yang baru, atau dengan kata lain menyelesaikan masalah dengan mengadaptasi solusi-solusi yang pernah digunakan di masa lalu (Setyapratama, 2019).

Metode *Case-Based Reasoning* yaitu teknik pemecahan masalah dengan menggunakan kejadian yang terjadi dimasa lampau sebagai acuan untuk membentuk suatu solusi baru maupun hanya menggunakannya seperti yang lalu, Metode ini memiliki 4 tahap siklus di dalam tahap pemecahan suatu masalah yaitu *retrieve*, *reuse*, *revise*, dan *retain* (Sani, Ferdiansyah, Sumarsono, Sudarsono, & Yuniarto, 2019).

##### 1. *Retrive*

Mendapatkan kasus-kasus yang mirip dibandingkan dengan kumpulan kasus-kasus dimasa lalu. Dimulai dengan tahapan mengenali masalah dan berakhir ketika kasus yang ingin dicari solusinya telah ditemukan serupa dengan kasus yang telah ada. Tahapan yang ada pada *retrieve* ini antara lain:

- Identifikasi Masalah
- Memulai Pencocokan
- Menyeleksi

## 2. *Reuse*

Menggunakan kembali kasus-kasus yang ada dan dicoba untuk menyelesaikan suatu masalah sekarang. *Reuse* suatu kasus dalam konteks kasus baru terfokus pada dua aspek, yaitu: perbedaan antara kasus yang ada dengan kasus yang baru dan bagian mana dari *retrieve case* yang dapat digunakan pada kasus yang baru. Ada dua cara yang digunakan untuk *me-reuse* kasus yang telah ada, yaitu: *reuse* solusi dari kasus yang telah ada (*transformatial reuse*) atau *reuse* metode kasus yang ada untuk membuat solusi (*derivational reuse*).

## 3. *Revise*

*Revise*, pada tahap ini merupakan tahap *revise* atau merevisi penanganan terlebih dahulu, Penanganan yang baru ini hasil revisi dari penanganan yang lama yang disesuaikan dengan akibat kecelakaan yang baru.

## 4. *Retain*

*Retain* merupakan tahapan terakhir dari metode *Case Based Reasoning* dimana data kecelakaan yang di dapatkan kemudia disimpan ke dalam database untuk di olah. Pada tahap ini terjadi suatu proses penggabungan dari solusi kasus yang baru yang benar ke *knowledge* yang telah ada.

## E. PHP – MYSQL

PHP adalah kependekan dari *Hypertext Preprocessor*, dimana PHP ini adalah bahasa interpreter yang mempunyai kemiripan dengan bahasa pemograman C dan Pearl. PHP dapat digunakan bersama HTML sehingga memudahkan dalam membuat aplikasi dengan cepat (Setyapratama, 2019).

MySQL adalah *Relational Database Management System* (EDBMS) yang didistribusikan secara gratis di bawah lisensi GPL (*General Public License*). Dimana setiap orang bebas untuk menggunakan MySQL, namun tidak boleh dijadikan produk turunan yang bersifat close source atau komersial. MySQL sebenarnya merupakan turunan salah satu konsep utama dalam database sejak lama, yaitu SQL (*Structured Query Language*). SQL adalah sebuah konsep pengoperasian database, terutama untuk pemilihan atau seleksi dan pemasukan data, yang memungkinkan pengoperasian data dikerjakan dengan mudah secara otomatis. Kehandalan suatu sistem database (DBMS) dapat diketahui dari cara kerja optimizernya dalam melakukan proses perintah-perintah SQL yang dibuat oleh user maupun program-program aplikasinya. Sebagai database server, MySQL dapat dikatakan lebih unggul dibandingkan *database server* lainnya dalam *query* data (Setyapratama, 2019).

#### **F. RULE DIAGNOSA PENYAKIT KAKAO**

Pengetahuan yang telah didapatkan dari sumber-sumber kemudian dikumpulkan dalam suatu sistem dan dikelompokkan sesuai dengan ciri-ciri Kakao ditambah dengan informasi lain yang mendukung membentuk sebuah basis pengetahuan yang mendukung dalam melakukan Diagnosa penyakit pada tanaman Kakao. Pengetahuan yang diperoleh dari proses akuisisi pengetahuan akan mengalami beberapa proses pengolahan. Adapun penyakit dan gejala yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.1 Nama Penyakit**

<b>Kode Penyakit</b>	<b>Nama Penyakit</b>
A01	Penggerek buah kakao
A02	Busuk Buah Kakao ( <i>Monilia</i> )
A03	Kanker Batang Kakao
A04	Penyakit <i>Antraknose Colletrich</i>
A05	Penyakit Akar
A06	Hawar Benang
A07	Antraknosa
A08	Tunas Bengkak

Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing penyakit yang digunakan pada penelitian ini.

1) Penggerek buah kakao

Penggerek buah kakao adalah jenis hama yang menyerang buah kakao. Penggerek buah kakao biasanya merupakan larva dari sejumlah jenis serangga, seperti ngengat dan kumbang. Larva ini mengebor atau menggerek ke dalam buah kakao untuk mencari makanan, seperti biji kakao atau jaringan buahnya. Serangan penggerek buah kakao dapat menyebabkan kerusakan pada hasil panen, mengurangi kualitas biji kakao, dan merugikan produksi kakao.

2) Busuk Buah Kakao (*Monilia*)

Busuk buah kakao, yang juga dikenal sebagai penyakit *Monilia*, adalah penyakit jamur yang menyerang buah kakao. Penyebab utama penyakit ini

adalah jamur *Moniliophthora Spp.*, dengan spesies *Moniliophthora Roreri* menjadi salah satu penyebab utama. Penyakit ini dapat menyebabkan kerusakan serius pada buah kakao dan berdampak negatif pada produksi dan kualitas biji kakao. Ciri-ciri dari busuk buah kakao melibatkan munculnya bercak-bercak coklat gelap pada buah yang terinfeksi. Bercak-bercak ini dapat berkembang menjadi lesi besar dan berbusa pada buah yang sudah matang. Selain itu, buah yang terinfeksi juga dapat menghasilkan serbuk putih yang merupakan massa spora jamur.

Pengendalian penyakit busuk buah kakao dapat melibatkan penggunaan fungisida yang sesuai, praktik-praktik sanitasi kebun kakao, serta pemilihan varietas kakao yang lebih tahan terhadap penyakit ini.

### 3) Kanker Batang Kakao

Kanker batang kakao adalah penyakit serius pada tanaman kakao yang disebabkan oleh jamur patogen. Salah satu patogen utama penyebab kanker batang kakao adalah *Phytophthora spp.*, terutama *Phytophthora palmivora* dan *Phytophthora megakarya*. Penyakit ini dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan pada batang tanaman, mengakibatkan kehilangan hasil dan bahkan kematian tanaman jika tidak dikelola dengan baik.

Gejala kanker batang kakao melibatkan munculnya lesi pada batang tanaman, yang awalnya berwarna coklat tua dan dapat berkembang menjadi area hitam atau gelap. Lesi tersebut seringkali disertai dengan lendir berwarna coklat yang muncul pada permukaan batang. Serangan yang parah dapat

menyebabkan matinya jaringan batang, memotong aliran nutrisi, dan menghambat pertumbuhan tanaman.

Pengelolaan kanker batang kakao melibatkan praktik budidaya yang baik, seperti pengelolaan air dan drainage yang efisien, pemantauan yang cermat terhadap gejala penyakit, dan penggunaan fungisida yang sesuai. Penggunaan varietas kakao yang tahan terhadap *Phytophthora* juga dapat menjadi strategi efektif.

#### 4) Penyakit *Antraknose Colletrich*

*Antraknose Colletrich* adalah penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur dari genus *Colletotrichum*. Penyakit ini dapat menyerang berbagai jenis tanaman, termasuk tanaman kakao, tanaman buah, tanaman sayuran, dan lainnya. *Colletotrichum* spp. dapat menyebabkan kerusakan pada buah, daun, dan batang tanaman.

Gejala penyakit *Antraknosa Colletotrichum* biasanya melibatkan munculnya bercak-bercak berair atau lesi pada bagian tanaman yang terinfeksi. Lesi ini awalnya berwarna hijau gelap dan dapat berkembang menjadi bercak berwarna coklat atau hitam. Pada buah, antraknosa seringkali menyebabkan kerusakan kulit dan daging buah.

Pengendalian penyakit *Antraknosa Colletotrichum* melibatkan penggunaan fungisida yang sesuai, sanitasi kebun, dan pengelolaan sirkulasi udara yang baik. Praktik budidaya yang mendukung kebersihan dan kelembaban yang terkendali dapat membantu mengurangi risiko serangan penyakit ini.

#### 5) Penyakit Akar

Ada beberapa penyakit yang dapat menyerang akar tanaman kakao. Salah satu penyakit yang umum pada akar kakao adalah penyakit yang disebabkan oleh patogen jamur seperti *Phytophthora spp.*, khususnya *Phytophthora palmivora* dan *Phytophthora megakarya*. *Phytophthora* dapat menyebabkan penyakit busuk akar atau busuk pangkal batang pada tanaman kakao.

Gejala penyakit *Phytophthora* pada akar kakao melibatkan busuk dan pembusukan akar, yang dapat mengurangi kemampuan tanaman untuk menyerap air dan nutrisi. Akar yang terinfeksi biasanya berubah warna menjadi coklat atau hitam, dan tanaman mungkin menunjukkan gejala layu.

#### 6) Hawar Benang

Hawar benang adalah penyakit yang dapat memengaruhi tanaman kakao. Hawar benang disebabkan oleh jamur patogen dari *Genus Thanatephorus* (sebelumnya dikenal sebagai *Rhizoctonia*), dengan jenis yang umum adalah *Thanatephorus cucumeris*. Penyakit ini sering dikenal dengan nama lain, yaitu hawar benang *Rhizoctonia*.

Gejala hawar benang pada tanaman kakao melibatkan munculnya lesi atau bercak-bercak pada daun, batang, atau ranting. Bercak-bercak ini biasanya berwarna coklat gelap dan memiliki bentuk yang tidak teratur. Lesi ini dapat berkembang menjadi benang putih yang terlihat seperti kapas dan dapat menyebar ke bagian-bagian lain tanaman.

#### 7) Antraknosa

Antraknosa merupakan penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum*, terutama *Colletotrichum gloeosporioides*, yang dapat menyerang tanaman kakao. Gejalanya mencakup munculnya bercak berair atau lesi pada daun, buah, dan batang tanaman, yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman dan mengurangi kualitas buah, berpotensi merugikan hasil panen dan industri kakao secara keseluruhan. Pengendalian antraknosa melibatkan penerapan fungisida yang sesuai, pemantauan rutin, dan praktik sanitasi kebun untuk mengurangi risiko infeksi.

#### 8) Tunas Bengkak

Tunas bengkak adalah masalah pertumbuhan tanaman yang ditandai dengan munculnya benjolan atau pembengkakan pada tunas tanaman kakao. Tunas yang terinfeksi menunjukkan perubahan warna dan tekstur, serta pertumbuhan yang terhambat. Penyebabnya dapat bervariasi, termasuk infeksi bakteri, jamur, atau serangan hama. Tunas bengkak dapat merugikan tanaman dengan menghambat pertumbuhan dan perkembangan normalnya, serta berpotensi mempengaruhi produksi buah. Penanganan yang efektif melibatkan identifikasi penyebab pasti gejala, pemangkasan tunas yang terinfeksi, penggunaan bahan pengendali yang tepat, dan penerapan praktik budidaya yang mendukung kesehatan tanaman secara umum.

Pengendalian penyakit yang dialami oleh tanaman kakao dapat melibatkan berbagai strategi, termasuk penggunaan pestisida yang aman dan efektif, pemantauan secara rutin, serta praktik-praktik budidaya yang mendukung keseimbangan ekosistem. Sistem pakar yang menerapkan metode seperti *Case*

*Based Reasoning* dan *Forward Chaining*, seperti yang disebutkan dalam konteks sebelumnya, dapat juga digunakan untuk membantu dalam diagnosis dan pengelolaan serangan yang terjadi pada tanaman termasuk kakao.

**Tabel 2.2 Nama Gejala**

<b>Kode Gejala</b>	<b>Nama Gejala</b>
G1	Terdapat bekas gerakan larva
G2	Biji-biji kakao saling melekat/lengket
G3	Biji berwarna kehitaman
G4	Biji berukuran kecil
G5	Muncul bercak kecil pada buah sekitar dua hari setelah infeksi
G6	Bercak berwarna coklat kemudian berubah menjadi kehitaman dan meluas dengan cepat sampai seluruh buah tertutup
G7	Buah benar-benar menghitam sekitar 14 hari dan jaringan internal termasuk biji, membentuk mumi yang merupakan sumber utama infeksi busuk buah
G8	Miselium berwarna putih muncul pada permukaan buah yang terinfeksi dan menjadi lebih padat pada saat penyakit berkembang. Miselium akan menghasilkan sporangium yang didalamnya terdapat banyak spora
G9	Warna buah berbercak kehitaman umumnya bagian buah yang busuk tampak hitam dan basah, serangan dapat dimulai dari ujung atau dekat tangkai buah
G10	Buah yang terinfeksi akan menjadi busuk total dalam waktu 2 minggu tergantung ukuran buah pada saat terinfeksi
G11	Menggelembungnya bagian batang atau cabang dan berwarna gelap atau kehitaman
G12	Terdapat cairan kemerahan yang tampak seperti lapisan karat
G13	Jika lapisan yang membusuk ini dibersihkan akan tampak lapisan berwarna merah anggu

G14	Bintik-bintik coklat pada daun muda, bercak coklat yang tidak beraturan, infeksi pada daun muda dapat menyebabkan gugur daun
G15	Ranting gundul berbentuk seperti sapu, sering berlanjut dengan mati ranting
G16	Bintik-bintik coklat pada buah muda yang berkembang menjadi bercak coklat berlekuk (Antraksona), buah muda yang terserang menjadi layu, kering, dan mengeriput, serangan pada buah tua akan menyebabkan gejala busuk kering pada ujungnya
G17	Mula-mula daun menguning
G18	Layu dan akhirnya gugur kemudian diikuti dengan kematian tanaman
G19	Perubahan warna daun dari hijau menjadi kuning dimulai dari bagian tengah daun mengikuti tulang-tulang daun
G20	Adanya kumpulan benang-benang jamur (miselium) berwarna putih yang merangkai daun dan ranting
G21	Benang-benang berubah menjadi coklat dan akhirnya menjadi hitam
G22	Daun mengering dan masih menggantung diranting serta sebagian daun transparan
G23	Buah akan layu dan mengering
G24	Infeksi ringan pada daun muda terlihat gejala bintik-bintik berwarna coklat
G25	Setelah daun berkembang bintik nekrosis menjadi bercak berlubang berwarna kuning, pada daun yang lebih tua bintik nekrosis berkembang menjadi bercak nekrosis yang beraturan
G26	Daun muda yang terinfeksi berat mudah mengalami kerontokan dan menyebabkan ranting menjadi gundul
G27	Tangkai daun membengkak dan daun keriting
G28	Pertumbuhan tunas terhenti
G29	Helai daun tampak numpuk(roset) dan tanaman kerdil
G30	Timbul berupa cabang-cabang yang banyak pada ranting yang sedang tumbuh sehingga membentuk seperti sapu pada tanaman kakao muda

## G. PENELITIAN TERKAIT

1. Ariawan Andi Suhandana pada tahun 2021 melakukan penelitian dengan judul “Implementasi Sistem Pakar Menggunakan *Metode Forward Chaining* Dengan *Case Based Reasoning* Untuk Analisis Rasio Keuangan Perusahaan”. Pada pembangunan mesin inferensi yang digunakan adalah *Forward Chaining* dimana metode ini melakukan pendekatan dimulai dari informasi masukan dan selanjutnya mencoba menggambarkan kesimpulan. Hasil pengujian sistem ini menunjukkan bahwa sistem pakar ini dapat menghasilkan keputusan yang tepat. Proses inferensi sendiri sangat dipengaruhi oleh *Knowledge Engineer* dalam membangun basis pengetahuan dan basis kasus (Suhandana, 2021).
2. Lasmiati pada tahun 2020 melakukan penelitian dengan judul “ Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kakao Menggunakan Metode *Forward Chaining* Berbasis Android “. Pada aplikasi tersebut penulis mengimplementasikan hasil rancangan yang telah dibuat. Implementasi merupakan proses pembuatan perangkat lunak dari tahap perancangan atau desain ke tahap pengkodean yang akan menghasilkan perangkat lunak yang telah dirancang sebelumnya. Penelitian tersebut pula hanya fokus membahas bagaimana implementasi dari metode *forward chaining* dalam bentuk android (Lasmiati, 2020).
3. Dianmita Ayu Putri pada tahun 2020 melakukan penelitian dengan judul “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Padi Menggunakan *Forward Chaining* dan *Case Based Reasoning*”. Dimana penelitian ini menghasilkan bahwa *Forward chaining* merupakan metode yang dimulai dari memasukkan gejala-gejala penyakit tanaman padi untuk mendapatkan kesimpulan dari

gejala yang telah dimasukkan. Sedangkan *Case Based Reasoning* merupakan metode perhitungan yang setiap gejalanya memiliki nilai belief yang diberikan oleh seorang pakar. Penelitian ini menggunakan 4 macam teknik pengujian yaitu pengujian *black box*, pengujian perhitungan teoritis, pengujian akurasi sistem dan pengujian MOS (*Mean Opinion Score*).

4. Yusella Rangga Setyapratama pada tahun 2019 melakukan penelitian dengan judul “Implementasi *Case Based Reasoning* Pada Sistem Pakar Dalam Identifikasi Kerusakan Yang Terjadi Di Vending Mechine Boneka”. Dimana pada penelitian ini mendapatkan hasil dimana Metode CBR memberikan hasil diagnosa berdasarkan permasalahan terdahulu yang tersimpan di dalam basis pengetahuan dan dapat direvisi untuk memecahkan permasalahan terbaru. Implementasi metode CBR pada sistem pakar menghasilkan beberapa nilai kemiripan dari sekian contoh yang diuji. Nilai hasil pengujian dengan nilai tertinggi akan diambil untuk menentukan solusi. Dapat disimpulkan bahwa penghitungan manual dan sistem memiliki hasil yang sama dan hasil penghitungan akan identik dengan deteksi seorang pakar.
5. Asrul Sani dan Kawan-kawan pada tahun 2019 melakukan penelitian dengan judul “Penerapan Metode *Forward Chaining* dengan *Case-Based Reasoning* pada Kerusakan Komputer”. Adapun hasil yang didapatkan dari metode ini adalah Hasil yang dapat diberikan dari metode *Forward Chaining* adalah berupa basis pengetahuan serta kesimpulan, sementara untuk metode *Case-Based Reasoning* menghasilkan keluaran berupa nilai valid dari beberapa proses yang sudah dilakukan. Dari kedua metode tersebut dapat dikatakan

bahwa metode *Case-Based Reasoning* memiliki akurasi yang tinggi di dalam menghasilkan suatu kesimpulan dikarenakan adanya perhitungan dan nilai yang didapat. Sistem ini dapat membantu bagi pengguna perangkat komputer untuk lebih mandiri di dalam merawat serta memperbaiki perangkat yang mereka miliki.

6. Yunita pada tahun 2014 melakukan penelitian dengan judul “Penerapan Metode *Forward Chaining* Untuk Deteksi Kerusakan Pada Laptop”. Dimana pada penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa sistem pakar yang dibuat ini mudah untuk digunakan oleh semua kalangan karena tampilan serta menu-menu yang ada pada sistem mudah untuk difahami oleh para pengguna atau user yang akan berkonsultasi dengan sistem dan Metode yang digunakan adalah Metode *Forward Chaining* serta teknik pencarian yang digunakan adalah *Best First* dengan menggunakan dan penerapan metode diatas dengan benar akan membantu user untuk mencari kerusakan dan menemukan solusi untuk kerusakan Laptop yang dialami.
7. Matitaputty dan kawan-kawan pada tahun 2014 melakukan penelitian dengan judul “Kerusakan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*) Akibat Penyakit Penting Di Kecamatan Taniwel Kabupaten Seram Bagian Barat”. Pada penelitian tersebut melakukan identifikasi penyakit pada tanaman Kakao dimana dari hasil tersebut di dapatkan beberapa penyakit Kakao yang menyerang buah Kakao pada lokasi penelitian tersebut, seperti penyakit busuk buah (*Pytophthora pamivora*), kanker batang (*P. pamivora*), dan penyakit

havar ekor kuda (*Marasmius sp.*). (Matitaputty, Amanupunyo, & dan Rumahlewang, 2014).

8. Siti Hawa, Abdullah, dan Usman 2015 melakukan penelitian dengan judul “Sistem Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Kakao Menggunakan Metode *Forward Chaining* (Studi Kasus Dinas Perkebunan Indragiri Hilir)”. Pada penelitian tersebut penulis menggunakan metode *Forward Chaining* untuk melakukan diagnosa penyakit tanaman Kakao. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dengan adanya Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Tanaman Kakao ini, Pekebun dapat mengetahui penyakit yang terdapat ada tanaman kakao dan Pekebun mendapatkan cara mendiagnosa penyakit pada tanaman kakao (Hawa, Abdullah, & Usman, 2015).

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Adapun kesimpulan yang didapatkan yaitu: 1) aplikasi telah dibuat dengan mengimplementasikan metode *Case Based Reasoning* dan *Forward Chaining* pada sistem dengan tujuan untuk melakukan perhitungan pencarian kedekatan terhadap gejala dan penyakit berdasarkan kasus sebelumnya dan melakukan penalaran kedepan untuk mencari solusi terhadap gejala yang di inputkan. 2) Adapun hasil akurasi yang dihasilkan sebesar 100% yang dimana di ujikan dengan 20 kali pengujian. Untuk pengujian *blackbox* di dapatkan kesimpulan bahwa pengujian fungsi berjalan dengan baik tanpa kesalahan.

#### **B. SARAN**

Berdasarkan hasil yang di dapatkan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Aplikasi ini diharapkan dapat dikembangkan lebih jauh lagi baik dari segi algoritma atau metode maupun pada permasalahan yang lebih kompleks.
2. Aplikasi yang dibuat masih perlu kajian dengan melakukan perbandingan algoritma untuk melihat metode yang terbaik untuk melakukan analisa atau diagnosa.

## DAFTAR PUSTAKA

- AH Aji. (2017). Sistem pakar diagnosa penyakit ibu hamil menggunakan metode Certainty Factor (CF). *repository.ub.ac.id*.
- Aldo, D., & Putra, S. E. (2020). Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Bawang Merah Menggunakan Metode Dempster Shafer. *Jurnal Sistem Komputer*.
- Amirullah. (2018). Pusat Informasi Kakao Sulawesi Barat Dengan Pendekatan Arsitektur Post Modern. *Skripsi : UIN Alauddin Makassar*.
- ANAM, A. S. (2020). IMPLEMENTASI METODE CBR DAN CF DALAM MENENTUKAN EKSTRAKURIKULER SISWA MAN 1 LAMONGAN SESUAI MINAT DAN BAKAT. *Skripsi UIN Sunan Ampel*.
- Anonymous. (2018). Teknis Bd KomPros. *Ilmu kebumihan dan Ilmu tanah*.
- Dirjenkeb. (2017). *Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kakao*. Jakarta: Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kakao.
- Hawa, S., Abdullah, & Usman. (2015). SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN KAKAO MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING (Studi Kasus Dinas Perkebunan Indragiri Hilir). *Jurnal SISTEMASI*.
- Hayadi. (2018). Sistem Pakar (Penyelesaian Kasus Menentukan Minat Baca). *Yogyakarta: Deepublish*.
- Istanto, A. E. (2019). SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSA HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN TOMAT MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING. *Jurnal Teknologi Informasi*.
- Komite Pemantauan Pelaksanaan Otonomi Daerah. (2013). *Pengembangan Usaha Kakao di Kabupaten Majene Provinsi Sulawesi Barat*. Jakarta: Ford Foundation.
- Lasmiati. (2020). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kakao Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Android. *Jurnal Perancangan, Sains, Teknologi, dan Komputer*.
- Maswadi. (2011). Agribisnis Kakao dan Produk Olahannya Berkaitan Dengan Kebijakan Tarif Pajak Indonesia. *Jurnal Teknologi Perkebunan & PSDL*.
- Matitaputty, A., Amanupunyo, H. R., & dan Rumahlewang, W. (2014). Kerusakan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*) Akibat Penyakit

- Penting Di Kecamatan Taniwel Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Budidaya Pertanian*.
- Mulia, S., & Pasembe, D. (2021). Prospek Pengembangan Pertanian Di Propinsi Sulawesi Barat. *Menyoroti Dinamika Pembangunan Pertanian Kawasan Timur Indonesia*.
- Putri, D. A. (2020). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Padi Menggunakan Forward Chaining dan Dempster Shafer. *Skripsi : Universitas Mataram*.
- Rohmah, S. N. (2017). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Tomat Dengan Metode Certainty Factor. *Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer Sinar Nusantara Surakarta*.
- Sani, A., Ferdiansyah, J., Sumarsono, Sudarsono, B. G., & Yuniarto, D. (2019). Penerapan Metode Forward Chaining dengan Case-Based Reasoning pada Kerusakan Komputer. *Applied Information Systems and Management (AISM)*.
- Setyapratama, Y. R. (2019). Implementasi Case Based Reasoning Pada Sistem Pakar Dalam Identifikasi Kerusakan Yang Terjadi Di Vending Mechine Boneka. *Skripsi : Universitas Muhammadiyah*.
- Sitorus, J. M., Suardi, I. D., & Saputra, I. G. (2016). Perilaku Petani Anggota Subak Abian dalam Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kakao (*Theobroma cacao*) (Kasus Subak Abian Sida Karya, Banjar Petang, Desa Petang, Kecamatan Petang, Kabupaten Badung). *E-Jurnal Agribisnis dan Agrowisata*.
- Sucipto, A., Fernando, Y., Borman, R. I., & Mahmuda, N. (2018). Penerapan Metode Certainty Factor Pada Diagnosa Penyakit Saraf Tulang Belakang. *Jurnal Ilmiah Fifi*.
- Suhandana, A. A. (2021). Implementasi Sistem Pakar Menggunakan Metode Forward Chaining Dengan Case Based Reasoning Untuk Analisis Rasio Keuangan Perusahaan. *Tesis Universitas Brawijaya*.
- Triswardani, G. (2018). Penerapan Case Based Reasoning (Cbr) Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Otitis Media Supuratif Kronis (Omsk) Pada Orang Dewasa. *MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*.
- Muliadi, I. Budiman, M. A. Pratama dan A. Sofyan. (2017) "Fuzzy dan Dempster-Shafer Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Cabai". Kumpulan jurnaL Ilmu Komputer (KLIK), Vol. 4, No.2, pp. 209-222.

- R. Sunarya, dan D. Destiani. (2016) “Pengembangan Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit pada Tanaman Bawang Merah Berbasis Android”, Jurnal Algoritma STT Garut, Vol. 13, No. 1, pp. 84-91.
- R. R. Fanny, N. A. Hasibuan, and E. Buulolo. (2017). “PERANCANGAN SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT ASIDOSIS TUBULUS RENALIS MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR DENGAN PENULUSURAN FORWARD CHAINING”. MEDIA Inform. BUDIDARMA, vol. 1, no. 1.
- Yeni Lestari Nasution, M. Mesran, S. Suginam, and F. Fadlina. (2017). “SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSIS PENYAKIT TUMOR OTAK MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR (CF),” J. INFOTEK, vol. 2, no. 1.