

Implementasi Metode *Certainty Factor* Pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Kakao Berbasis Web

Dwinita Arwidiyarti^{1*}, Juhartini², Juniati³

Teknik Informatika, Universitas Teknologi Mataram, Mataram, Indonesia
 *e-mail *Corresponding Author*: dwinita.arwidya@gmail.com

Abstract

Cocoa is one of the agricultural commodities in West Nusa Tenggara. The problems often experienced by cocoa farmers cannot be separated from various disturbing factors such as disease, climate and errors in maintenance. Farmers' limited knowledge in diagnosing diseases in cocoa plants often results in mistakes that result in crop failure. This research produces an expert system that can diagnose diseases in cocoa plants and provide control solutions so that farmers can carry out prevention and treatment efforts quickly and precisely. The Certainty Factor method is used because this method is suitable for measuring certainty in diagnosing disease, apart from that, this method can only process two data in one calculation so that the accuracy of the data can be maintained. The software development method used is Waterfall with a design tool using the Unified Modeling Language Diagram. Functional testing has been carried out using the Black Box Testing Method with 100% valid results and accuracy testing with 20 cases resulted in an accuracy level of 100%.

Keywords: *Expert System; Cocoa Plant Diseases; Certainty Factor; Web*

Abstrak

Kakao merupakan salah satu komoditi pertanian di Nusa Tenggara Barat. Permasalahan yang sering dialami oleh petani kakao tidak terlepas dari berbagai faktor pengganggu seperti faktor penyakit, iklim dan kesalahan dalam pemeliharaan. Keterbatasan pengetahuan petani dalam mendiagnosis penyakit pada tanaman kakao seringkali mengakibatkan kesalahan yang berdampak pada gagal panen. Penelitian ini menghasilkan sistem pakar yang dapat mendiagnosis penyakit pada tanaman kakao dan memberikan solusi pengendalian sehingga petani dapat melakukan upaya pencegahan dan penanganan dengan cepat dan tepat. Digunakannya Metode *Certainty Factor* karena metode ini cocok dipakai untuk mengukur kepastian dalam mendiagnosis penyakit, selain itu metode ini dalam sekali hitung hanya dapat mengolah dua data saja sehingga keakuratan data dapat terjaga. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah *Waterfall* dengan perangkat perancangan menggunakan Diagram *Unified Modeling Language*. Pengujian fungsional dilakukan menggunakan Metode *Black Box Testing* dengan hasil valid 100% dan pengujian akurasi dengan 20 kasus menghasilkan tingkat akurasi sebesar 100%.

Kata Kunci: *Sistem Pakar; Penyakit Tanaman Kakao; Certainty Factor; Web*

1. Pendahuluan

Kakao merupakan tanaman perkebunan yang memiliki nama ilmiah *Theobroma Cacao L.* Kakao memiliki nama famili *Sterculiaceae*. Tanaman ini berasal dari Amerika Selatan yang saat ini banyak ditanam di berbagai kawasan tropika [1]. Biji yang dihasilkan merupakan produk olahan dengan nama yang sangat terkenal yaitu cokelat. Indonesia adalah satu dari tiga negara pembudidaya kakao di dunia setelah Ivory-Coast dan Ghana dengan nilai produksi mencapai 1.315.800 ton/tahun [2]. Masyarakat membudidaya tanaman kakao terutama untuk dimanfaatkan buahnya. Kakao dapat diolah menjadi berbagai macam olahan produk makanan dan minuman. Khusus dalam pengolahan coklat, kakao merupakan bahan dasar yang limbahnya dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik [3]. Berdasarkan data dari Balai Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BP2TP) Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB), luas lahan perkebunan kakao di Provinsi NTB pada tahun 2022 sebesar 4.824,77 hektar, dan

salah satu kabupaten dengan luas lahan perkebunan kakao terbanyak di NTB adalah Kabupaten Lombok Barat dengan luas lahan 423,23 ha dengan total produksi 190,52 ton per tahun [4].

Meskipun kakao telah banyak dibudidayakan di Indonesia, namun proses budidaya tersebut tidak terlepas dari berbagai faktor pengganggu seperti faktor penyakit, iklim dan kesalahan dalam pemeliharaan. Keterbatasan pengetahuan petani dalam mendiagnosis penyakit pada tanaman kakao seringkali mengakibatkan kesalahan yang berdampak pada gagal panen, sehingga dibutuhkan sebuah aplikasi yang dapat digunakan oleh para petani dalam mendiagnosis penyakit pada tanaman kakao, yang dalam hal ini adalah sistem pakar. Sistem Pakar adalah sistem yang menggunakan pengetahuan manusia (pakar) dalam memecahkan masalah. Sistem pakar diharapkan mampu bertindak sebagaimana yang dilakukan seorang pakar berdasarkan pengalaman dan pengetahuan tertentu yang dimasukkan oleh satu atau banyak pakar [5].

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah *Certainty Factor (CF)*. Metode CF digunakan untuk menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap permasalahan yang sedang dihadapi. Metode ini cocok dipakai untuk mengukur sesuatu apakah pasti atau tidak pasti dalam mendiagnosis penyakit, selain itu metode ini dalam sekali hitung hanya dapat mengolah dua data saja sehingga keakuratan data dapat terjaga [6]. Metode CF telah diimplementasikan pada sistem pakar pendeteksi penyakit untuk beberapa tanaman yang berbeda oleh peneliti-peneliti terdahulu, seperti pendeteksi penyakit pada pohon kelapa sawit yang digunakan untuk mendiagnosa 3 jenis penyakit berdasarkan 12 gejala dengan nilai akurasi sistem 100% [7], pendeteksi hama dan penyakit pada tanaman tomat yang digunakan untuk mendiagnosa 14 jenis penyakit berdasarkan 37 gejala dengan nilai akurasi sistem yang dihasilkan sebesar 90% [8], dan pendeteksi hama dan penyakit pada tanaman semangka yang digunakan untuk mendiagnosa 6 jenis penyakit berdasarkan 22 gejala dengan nilai akurasi sistem yang dihasilkan sebesar 94% [9]. Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, diyakini Metode CF juga akan dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman kakao dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Dalam implementasinya, sistem pakar ini dibangun dengan berbasis web sehingga mudah diakses oleh para petani kakao atau siapapun yang membutuhkannya secara gratis. Diharapkan dengan adanya sistem pakar ini akan dapat membantu para petani kakao dalam mendiagnosis penyakit pada tanamannya dengan cepat dan akurat sehingga dapat meningkatkan hasil panen baik secara kuantitas maupun kualitas.

2. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan untuk membangun sistem pakar pendiagnosis penyakit pada tanaman kakao menggunakan berbagai metode yaitu : 1. Penelitian yang dilakukan oleh Nurul Umayah, Indah Fitri Astuti dan Septya Maharani (2018) dengan menggunakan Teorema Bayes. Penelitian ini menggunakan 6 penyakit yang dapat didiagnosa dari 24 gejala penyakit tanaman kakao. Pengujian akurasi dilakukan pada 20 kasus dengan tingkat akurasi sebesar 90% [10]. 2. Penelitian yang dilakukan oleh Hilman Hadi, Ucu Darusalam dan Andrianingsih (2021) dengan menggunakan metode *Forward Chaining* dan *Naive Bayes*. Penelitian ini menggunakan 11 penyakit yang dapat didiagnosa dari 24 gejala penyakit tanaman kakao. Pengujian akurasi dilakukan pada 20 kasus dengan tingkat akurasi 95% [11] dan 3. Penelitian yang dilakukan oleh Basri (2021) dengan menggunakan Logika Fuzzy. Penelitian ini menggunakan 6 hama yang dapat didiagnosa dari 21 gejala penyakit tanaman kakao. Pengujian akurasi dilakukan pada 6 kasus dengan tingkat akurasi 100% [12].

Perbedaan antara ketiga penelitian terdahulu tersebut dengan penelitian ini terletak pada metode sistem pakar yang digunakan. Penelitian ini menggunakan metode yang berbeda dari ketiga penelitian tersebut yaitu Metode CF. Jumlah penyakit yang didiagnosa dan gejala yang dipilih sama yaitu 6 penyakit dari 24 gejala, atau yang mendekati dengan jumlah tersebut. Tujuan menggunakan jumlah penyakit dan gejala yang jumlahnya sama atau mendekati sama adalah untuk membandingkan tingkat akurasi yang dihasilkan.

3. Metodologi

Penelitian ini menghasilkan sistem pakar yang dibangun menggunakan Metode *Certainty Factor* dengan metode pengembangan perangkat lunak *Waterfall*.

3.1. Metode *Certainty Factor*

Metode *Certainty Factor* (faktor kepastian) merupakan metode pengolahan kebenaran ketidakpastian pemikiran ahli, di mana kebutuhan tersebut dipenuhi dengan metode kepastian dan keyakinan ahli dalam masalah digunakan sebagai faktor [13]. *Certainty Factor* (CF) memberikan ukuran kepastian suatu fakta atau aturan. CF tertinggi adalah 1.0 (pasti benar atau tidak pasti) dan CF terendah adalah -1.0 (pasti salah atau tidak pasti). Nilai positif mewakili tingkat kepercayaan, nilai negatif mewakili tingkat ketidakpercayaan [14]. Ada beberapa kemungkinan jawaban saat menentukan faktor kepastian, seperti yang ada pada tabel berikut.

Tabel 1. Termilogi Kepastian [15]

Kepastian	Bobot
Hampir mungkin	0,2
Mungkin iya	0,4
Kemungkinan besar iya	0,6
Hampir pasti iya	0,8
Pasti iya	1

Rumus umum perhitungan Metode *Certainty Factor* [6] adalah :

$$CF [H,E] = MB[H,E] - MD [H,E]$$

Di mana :

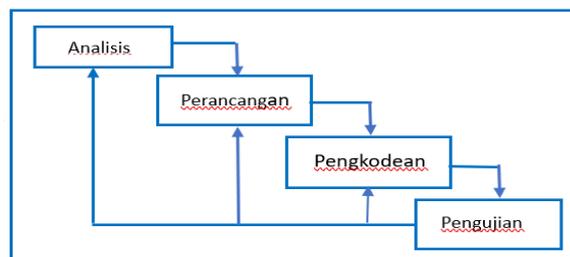
CF [H,E] : Faktor kepastian

MD[H,E] : Tingkat ketidakpercayaan terhadap jenis penyakit H berdasarkan gejala E

MB[H,E] : Tingkat kepercayaan terhadap jenis penyakit H berdasarkan gejala E

3.2. Metode Pengembangan Perangkat Lunak *Waterfall*

Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode *Waterfall*. Metode *Waterfall* adalah salah satu metode dalam *System Development Life Cycle*. Metode *Waterfall* adalah metode kerja yang menekankan fase-fase yang berurutan dan sistematis [16]. Disebut *waterfall* karena proses mengalir satu arah “ke bawah” seperti air terjun. Metode *Waterfall* ini harus dilakukan secara berurutan sesuai dengan tahap yang ada [17]. Pengembangan sistem dilakukan secara berturut-turut dimulai dari fase analisis, perancangan, pengkodean, dan pengujian [18], seperti yang ada pada Gambar 2 berikut.



Gambar 1. Fase-fase pada Metode *Waterfall* [18]

Berikut adalah kegiatan yang dilakukan pada setiap fase Metode *Waterfall*.

1) **Analisis**

Hal pertama yang perlu dilakukan dalam menganalisis kebutuhan sistem adalah menentukan kebutuhan sistem. Kebutuhan sistem dibagi menjadi dua yaitu kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional, yang diperlukan untuk mencapai tujuan yang ingin dicapai.

a) Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional adalah kebutuhan-kebutuhan yang memiliki keterkaitan langsung dengan sistem. Kebutuhan ini harus disediakan dalam sistem agar sistem bisa berjalan. Kebutuhan fungsional dari sistem ini meliputi daftar penyakit tanaman kakao, daftar gejala penyakit tanaman kakao, menentukan penyakit berdasarkan gejala, sebagai berikut.

Tabel 2. Penyakit Tanaman Kakao

No.	Kode Penyakit	Penyakit
1.	P01	Busuk buah
2.	P02	<i>Vascular streak</i> diabek
3.	P03	Kanker batang
4.	P04	Jamur upas
5.	P05	Jamur akar cokelat
6.	P06	<i>Antraknosa</i>

Tabel 3. Gejala Penyakit Tanaman Kakao

No.	Kode Gejala	Gejala
1.	G01	Buah terdapat bercak cokelat kehitaman dengan batas yang jelas pada buah yang dimulai dari ujung atau pangkal buah
2.	G02	Buah berwarna kehitaman dan kalau dipencet menggunakan jari akan terasa lembek dan basah
3.	G03	Terdapat serbuk berwarna putih pada permukaan buah
4.	G04	Mati pucuk
5.	G05	Daun-daun tampak menguning
6.	G06	Terdapat garis-garis (<i>streak</i>) berwarna kecokelatan pada jaringan kayu yang rantingnya mati
7.	G07	Daun gugur
8.	G08	Terdapat warna gelap atau dan sedikit berlekuk pada kulit batang
9.	G09	Terdapat cairan kemerahan yang kemudian menjadi lapisan karat pada bercak kehitaman tersebut
10.	G10	Lapisan kulit batang yang terkena membusuk dan berwarna merah anggur
11.	G11	Terdapat bentukan <i>miselium</i> tipis seperti sarang laba-laba pada percabangan
12.	G12	Adanya kumpulan <i>hifa</i> pada percabangan
13.	G13	Adanya kerak berwarna merah pada percabangan
14.	G14	Pada tunggang terdapat jaringan jamur berwarna cokelat tua hingga gelap
15.	G15	Akar tunggang tertutup oleh kerak yang berasal dari bulir-bulir tanah yang menempel sangat erat, tidak bisa dibersihkan walaupun dicuci dan disikat
16.	G16	Adanya bitnik-bintik cokelat pada daun muda
17.	G17	Pada daun berkembang, bintik cokelat berubah menjadi bercak berlubang dengan jalur disekitar bercak berwarna kuning
18.	G18	Buah terdapat bercak cokelat berlekuk (<i>antraknose</i>)
19.	G19	Buah muda layu dan timbul bitnik cokelat
20.	G20	Buah muda kering
21.	G21	Buah tua busuk kering pada ujungnya

Tabel 4. Keputusan Penyakit Berdasarkan Gejala

Gejala	Penyakit					
	P01	P02	P03	P04	P05	P06
Buah terdapat bercak cokelat kehitaman dengan batas yang jelas pada buah yang dimulai dari ujung atau pangkal buah	√					
Buah berwarna kehitaman dan kalau dipencet menggunakan jari akan terasa lembek dan basah	√					
Terdapat serbuk berwarna putih pada permukaan buah	√					
Mati pucuk		√				
Daun-daun tampak menguning		√		√	√	
Terdapat garis-garis (<i>streak</i>) berwarna kecokelatan pada jaringan kayu yang		√				

Gejala	Penyakit					
	P01	P02	P03	P04	P05	P06
rantingnya mati						
Daun gugur		√			√	√
Terdapat warna gelap atau dan sedikit berlekuk pada kulit batang			√			
Terdapat cairan kemerahan yang kemudian menjadi lapisan karat pada bercak kehitaman tersebut			√			
Lapisan kulit batang yang terkena membusuk dan berwarna merah anggur			√			
Terdapat bentukan <i>miseliun</i> tipis seperti sarang laba-laba pada percabangan				√		
Adanya kumpulan <i>hifa</i> pada percabangan				√		
Adanya kerak berwarna merah pada percabangan				√		
Pada tunggang terdapat jaringan jamur berwarna coklat tua hingga gelap					√	
Akar tunggang tertutup oleh kerak yang berasal dari bulir-bulir tanah yang menempel sangat erat, tidak bisa dibersihkan walaupun dicuci dan disikat					√	
Adanya bitnik-bintik coklat pada daun muda						√
Pada daun berkembang, bintik coklat berubah menjadi bercak berlubang dengan jalur disekitar bercak berwarna kuning						√
Buah terdapat bercak coklat berlekuk (<i>antraknose</i>)						√
Buah muda layu dan timbul bitnik coklat						√
Buah muda kering						√
Buah tua busuk kering pada ujungnya						√

Tabel 5. Bobot Gejala

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Kode Gejala	Gejala	MB	MD
P01	Busuk buah	G01	Buah terdapat bercak coklat kehitaman dengan batas yang jelas pada buah yang dimulai dari ujung atau pangkal buah	0.87	0.13
		G02	Buah berwarna kehitaman dan kalau dipencet menggunakan jari akan terasa lembek dan basah	0.75	0.25
		G03	Terdapat serbuk berwarna putih pada permukaan buah	0.69	0.31
P02	<i>Vascular streak diabet</i>	G04	Mati pucuk	0.74	0.26
		G05	Daun-daun tampak menguning	0.71	0.29
		G07	Daun gugur	0.55	0.45
		G06	Terdapat garis-garis (<i>streak</i>) berwarna kecokelatan pada jaringan kayu yang ranting yang sakit	0.79	0.21

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Kode Gejala	Gejala	MB	MD
P03	Kanker batang	G08	Terdapat warna gelap atau dan sedikit berlekuk pada kulit batang	0.64	0.36
		G09	Terdapat cairan kemerahan yang kemudian menjadi lapisan karat pada bercak kehitaman tersebut	0.78	0.22
		G10	Lapisan kulit batang yang terkena membusuk dan berwarna merah anggur	0.82	0.18
P04	Jamur upas	G11	Terdapat bentukan miselium tipis seperti sarang laba-laba pada percabangan	0.95	0.05
		G12	Adanya kumpulan hifa pada percabangan	0.96	0.04
		G05	Daun-daun tampak menguning	0.71	0.29
		G13	Adanya kerak berwarna merah pada percabangan	0.89	0.11
P05	Jamur akar cokelat	G14	Pada akar tunggang terdapat jaringan jamur berwarna cokelat tua hingga gelap	0.89	0.11
		G15	Akar tunggang tertutup oleh kerak yang berasal dari bulir-bulir tanah yang menempel sangat erat, tidak bisa dibersihkan walaupun dicuci dan disikat	0.91	0.09
		G07	Daun gugur	0.55	0.45
		G05	Daun-daun tampak menguning	0.71	0.29
		G07	Daun gugur	0.55	0.45
P06	Antraknosa	G16	Adanya bintik-bintik cokelat pada daun muda	0.31	0.69
		G17	Pada daun berkembang, bintik cokelat berubah menjadi bercak berlubang dengan jalur disekitar bercak berwarna kuning	0.73	0.27
		G18	Buah terdapat bercak cokelat berlekuk (<i>antarknose</i>)	0.80	0.20
		G19	Buah muda layu dan timbul bintik cokelat	0.70	0.30
		G20	Buah muda kering	0.87	0.13
		G21	Buah tua busuk kering pada ujungnya	0.97	0.03

b) Kebutuhan non-fungsional

Kebutuhan non-fungsional adalah kebutuhan sistem yang menitikberatkan pada perilaku yang dimiliki oleh sistem, diantaranya kebutuhan perangkat keras, perangkat lunak, serta user sebagai bahan analisis kebutuhan yang harus dipenuhi dalam penerapan sistem, sebagai berikut:

1. Kebutuhan perangkat keras

Kebutuhan perangkat keras dalam membangun sistem ini terdiri dari laptop atau PC dengan spesifikasi minimal sebagai berikut: Intel Core i3 M390, 2,67 Ghz, Memory 4GB RAM dan Harddisk 500GB 14.

2. Kebutuhan Perangkat lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam membangun sistem pakar ini adalah Sistem Operasi Microsoft Windows 10, database server phpMyAdmin (XAMPP) dan text editor : Visual Studio Code.

3. Kebutuhan User

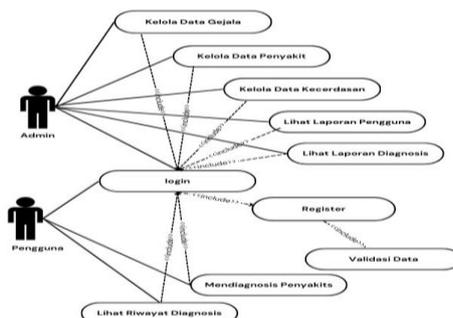
Kebutuhan user pada sistem pakar yang dibangun yaitu user dapat mengakses sistem dengan login, memilih gejala sesuai kondisi, mendapatkan hasil diagnosis penyakit tanaman kakao dan pengendaliannya dan melihat riwayat diagnosis yang pernah dilakukan sebelumnya.

2) Perancangan

Perancangan dilakukan dengan menggunakan beberapa perangkat perancangan sistem untuk mengubah persyaratan menjadi fungsi yang dapat dipahami oleh perangkat lunak sebelum mulai menulis program [19]. Perangkat perancangan sistem yang digunakan adalah Diagram *Unified Modeling Language* yang terdiri atas Diagram Usecase, Diagram Aktivitas dan Diagram Kelas, sebagai berikut.

a) Diagram Usecase

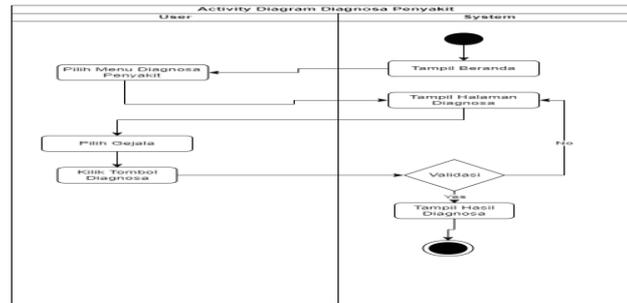
Diagram ini digunakan untuk mengorganisasi dan memodelkan perilaku suatu sistem yang dibutuhkan serta diharapkan oleh pengguna [20]. Pada rancangan Diagram Usecase terdapat 2 user yaitu admin dan pengguna, di mana keduanya harus melakukan registrasi terlebih dahulu untuk dapat mengakses sistem. Admin memiliki hak akses dalam mengelola data gejala, data penyakit, data kecerdasan, melihat laporan pengguna dan laporan diagnosis, sedangkan pengguna dapat mendiagnosis penyakit dan melihat riwayat diagnosis. Berikut adalah rancangan Diagram Usecase.



Gambar 2. Diagram Usecase

b) Diagram Aktivitas (*Activity Diagram*)

Diagram aktivitas digunakan untuk menggambarkan berbagai alur aktivitas dalam sistem yang sedang dirancang dimulai dari awal, *decision* yang mungkin terjadi dan bagaimana berakhir. Diagram ini tidak hanya memodelkan perangkat lunak tetapi juga memodelkan model bisnis yang digambarkan dalam bentuk kumpulan aksi-aksi [9]. Salah satu rancangan Diagram Aktivitas yang dihasilkan adalah Diagram Aktivitas Diagnosis Penyakit oleh Pengguna, sebagai berikut.

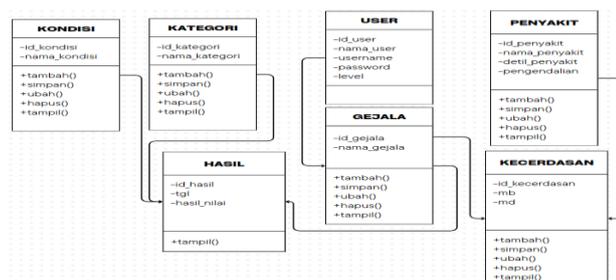


Gambar 3. Diagram Aktivitas

Pengguna melakukan diagnosis penyakit dengan cara memilih Menu Diagnosa Penyakit yang terdapat pada beranda, kemudian sistem akan menampilkan halaman diagnosa. Pengguna memilih gejala yang terdapat pada halaman Diagnosa sesuai dengan kondisi tanaman kakao setelah itu menekan tombol diagnosa dan sistem akan menampilkan hasil diagnosa disertai upaya pengendalian terhadap penyakit tersebut.

c) Diagram Kelas (*Class Diagram*)

Diagram Kelas menggambarkan rancangan program yang mendekati kenyataan. Diagram ini adalah inti dari pemodelan yang digunakan baik oleh *forward engineering* maupun *reverse engineering* [9]. Pada rancangan Diagram Kelas terdapat 7 kelas yaitu kelas user, kondisi, kategori, gejala, penyakit, kecerdasan dan hasil, dengan relasi antar kelas, sebagai berikut.



Gambar 4. Diagram Kelas

3) Pengkodean

Pada tahanan ini rancangan sistem diubah ke dalam format yang dapat dibaca oleh mesin menggunakan bahasa pemrograman [19]. Adapun bahasa pemrograman yang digunakan adalah PHP dengan *framework* Code Igniter 4.0.

4) Pengujian

Pengujian berfokus pada fungsi eksternal untuk menemukan semua kemungkinan *bug* dan untuk memverifikasi bahwa itu memenuhi hasil yang diinginkan. Pada penelitian ini dilakukan 2 pengujian yaitu pengujian fungsionalitas dan pengujian akurasi. Untuk pengujian fungsionalitas dilakukan menggunakan teknik *Black Box Testing*. *Black Box Testing* atau dapat disebut juga *Behavioral Testing* adalah pengujian yang dilakukan untuk mengamati hasil *input* dan *output* dari perangkat lunak tanpa mengetahui struktur kode dari perangkat lunak [21], sedangkan pengujian akurasi dilakukan untuk melihat akurasi hasil yang dihasilkan dengan membandingkan antara hasil diagnosa yang diperoleh oleh pakar dan hasil yang diperoleh dari sistem pakar yang dibangun.

4. Hasil dan Pembahasan

Beberapa tampilan antarmuka dari sisi pengguna yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

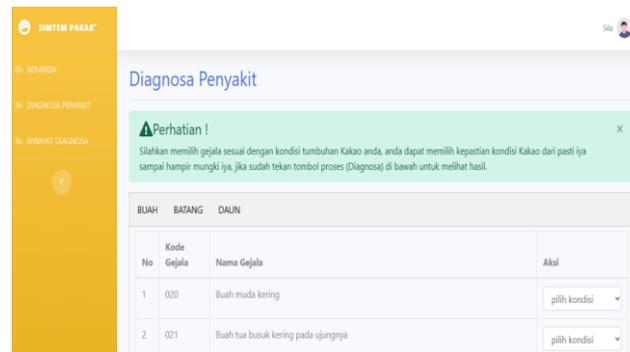
1) Tampilan Antarmuka Beranda Pengguna



Gambar 5. Tampilan Antarmuka Beranda Pengguna

Pada beranda pengguna selain terdapat penjelasan tentang tanaman kakao juga terdapat 2 menu yaitu menu diagnosa penyakit dan riwayat diagnosa. Menu diagnosa penyakit digunakan untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman kakao berdasarkan gejala yang dialami, sedangkan menu riwayat diagnosa digunakan untuk menampilkan riwayat diagnosa penyakit yang pernah dilakukan sebelumnya.

2) Tampilan Antarmuka Form Diagnosa Penyakit



Gambar 6. Tampilan Antarmuka Form Diagnosa Penyakit

Ketika menu diagnosa penyakit dipilih, akan tampil form diagnosa penyakit seperti yang ada pada Gambar 8. Form ini menampilkan daftar gejala yang dapat dipilih oleh pengguna dengan cara memilih pilihan kondisi yang terdapat pada aksi.

3) Tampilan Antarmuka Hasil Diagnosa



Gambar 7. Tampilan Antarmuka Hasil Diagnosa

Setelah selesai memilih gejala pada tanaman kakao yang tercantum pada form diagnosa penyakit, pengguna dapat menekan tombol solusi yang kemudian akan menampilkan hasil diagnosa seperti yang tampak pada gambar 9. Hasil diagnosa yang tampil berupa nama

penyakit, tingkat akurasi, kemungkinan penyakit lain, penjelasan tentang penyakit dan upaya pengendalian yang harus dilakukan agar terhindar dari penyakit.

Dilakukan 2 jenis pengujian terhadap sistem pakar yang dihasilkan, yaitu pengujian fungsional dan pengujian akurasi, sebagai berikut.

a) Pengujian Fungsional dengan Metode *Black Box Testing*

Pengujian ini dilakukan di akhir pembuatan perangkat lunak untuk mengetahui apakah perangkat lunak dapat berfungsi dengan baik [9]. Pengujian dilakukan dengan cara menguji fungsi-fungsi yang ada di dalam sistem yang dibangun. Hasil pengujian dengan *Metode Black Box Testing* menunjukkan bahwa secara fungsional sistem pakar yang dibangun telah memiliki menu-menu yang dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

b) Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan dengan cara membandingkan penyakit tanaman kakao yang didiagnosa oleh pakar dengan hasil diagnosa menggunakan sistem pakar dengan metode CF. Jika keduanya memiliki hasil yang sama, maka hasil yang didapat adalah benar. Namun, jika hasil diagnosa pakar berbeda dengan hasil diagnosa menggunakan sistem pakar, maka hasil yang didapat adalah salah. Pada pengujian akurasi ini digunakan 20 kasus penyakit tanaman kakao di lapangan yang didiagnosa oleh pakar dan hasil yang diperoleh adalah jumlah diagnosa sesuai sebanyak 20. Untuk menghitung persentase akurasi, digunakan rumus berikut.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah diagnosa yang sesuai}}{\text{Jumlah seluruh diagnosa}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Akurasi} = \frac{20}{20} \times 100\% = 100\%$$

Dengan demikian, tingkat akurasi dengan menggunakan 20 kasus sebesar 100%.

5. Simpulan

Simpulan yang didapat dari penelitian ini adalah bahwa sistem pakar yang dihasilkan dapat mengakuisisi pengetahuan pakar dan memberikan hasil diagnosa jenis penyakit pada tanaman kakao dan dapat menyajikan fasilitas bagi pemakainya yakni administrator dan pengguna umum. Administrator dapat melakukan olah data pada sistem. Data yang dikelola meliputi data gejala, data penyakit, data kategori, data kondisi, data kecerdasan dan data hasil diagnosa, sedangkan pengguna umum dapat menggunakan sistem ini untuk mengetahui jenis penyakit pada tanaman kakao yang dialami dan mengetahui informasi pengendalian berupa pengobatan dan pencegahan. Pengujian fungsionalitas sistem pakar yang dibangun telah dilakukan menggunakan Metode *Black Box Testing* dengan hasil 100% valid. Diagnosa sistem pakar menggunakan Metode *Certainty Factor* yang dihasilkan telah sesuai dengan diagnosis seorang pakar, dibuktikan dengan hasil uji akurasi 100% dalam mendiagnosa 20 kasus penyakit tanaman kakao. Diharapkan penelitian ini menjadi dasar untuk melakukan penelitian selanjutnya dan dapat menambahkan jenis penyakit tanaman kakao lainnya. Penelitian berikutnya dapat dilakukan dengan metode yang lain agar dapat membandingkan tingkat akurasi yang diperoleh dan dapat juga mengembangkan aplikasi dengan berbasis mobile agar lebih mudah lagi dalam mengaksesnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Susanto, *Kompendium Penyakit-Penyakit Kakao*. Lily Publisher, 2017.
- [2] S. Bulandari, "Pengaruh Produksi Kakao terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Kabupaten Kolaka Utara.," Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2016.
- [3] B. Wahyu Farhanandi and N. K. Indah, "Karakteristik Morfologi dan Anatomi Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) yang Tumbuh pada Ketinggian Berbeda," *LenteraBio*, vol. 11, no. 2, pp. 310–325, 2022.
- [4] Satu Data NTB, "Produksi, Luas Panen, dan Produktivitas Kakao Per Kabupaten/Kota Tahun 2014-2022 - Rekapitulasi Produksi, Luas Panen, dan Produktivitas Kakao Di Provinsi NTB," Mataram, 2022. [Online]. Available:

- <https://data.ntbprov.go.id/dataset/rekapitulasi-produksi-luas-panen-dan-produktivitas-kakao-di-provinsi-ntb/resource/ff2de317#%7B%7D>
- [5] D. Nur Ilham, Hardisal, and R. Arif Candra, "Analisis Perbandingan Penerapan Metode Bayes dan Certainty Factor untuk Mendiagnosis Penyakit Tanaman Kakao," *METHOMIKA J. Manaj. Inform. Komputerisasi Akunt.*, vol. 3, no. 1, pp. 21–29, 2019, doi: : <https://doi.org/10.46880/jmika.Vol3No1.pp21-29>.
 - [6] L. Marlinda, *Sistem Pakar Perancangan dan Pembahasan : Metode Chaining, Certainty Factor dan Fuzzy Logic*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2021.
 - [7] R. A. Siregar, D. Rahmadiansyah, and M. I. Perangin-angin, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Pada Pohon Kelapa Sawit Menggunakan Metode Certainty Factor," *Sains dan Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2021, doi: <https://doi.org/10.53513/jct.v1i1.4242>.
 - [8] D. Adellia, A. C. Siregar, and S. P. Alkadri, "Penerapan Metode Certainty Factor pada Sistem Pakar Diagnosa Hama dan Penyakit pada Tanaman Tomat," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 8, no. 3, pp. 451–458, 2022.
 - [9] Juhartini, D. Arwidiyarti, and A. Subki, "Disease Detection Expert System in Watermelon Plants Using Certainty Factor Method Based on Mobile," *PILAR Nusa Mandiri J. Comput. Inf. Syst.*, vol. 18, no. 2, pp. 153–160, 2022, doi: 10.33480/pilar.v18i2.3326.
 - [10] N. Umayah, I. F. Astuti, and S. Maharani, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Pada Tanaman Kakao Menggunakan Metode Teorema Bayes," in *Seminar Nasional Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, Samarinda: Universitas Mulawarman, 2018, pp. 72–75.
 - [11] H. Hadi, U. Darusalam, and Andrianingsih, "Penerapan Metode Forward Chaining dan Naïve Bayes Untuk Mendiagnosa Penyakit Tanaman Kakao," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 5, no. 3, pp. 979–986, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i3.3096.
 - [12] Basri, "Logika Fuzzy Mamdani Pada Sistem Pakar Identifikasi Hama Tanaman Kakao," in *Konferensi Nasional Ilmu Komputer (KONIK) 2021*, Makasar: Asosiasi Pendidikan Tinggi Komputer dan Informatika (APTİKOM) Indonesia, 2021, pp. 501–508.
 - [13] R. Al Dzahabi Yunas, A. Triayudi, and I. Diana Sholihati, "Implementasi Sistem Pakar untuk Mendeteksi Virus Covid-19 dengan Perbandingan Metode Naïve Bayes dan Certainty Factor," *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 5, no. 3, pp. 338–345, 2021, doi: 10.35870/jti.k.v5i3.221.
 - [14] R. R. Girsang and H. Fahmi, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Mata Katarak Dengan Metode Certainty Factor Berbasis Web," *MATICS J. Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 11, no. 1, pp. 27–31, 2019, doi: 10.18860/mat.V11.i1.7673.
 - [15] R. Rachman, M. Ardiansyah, and T. En, "Sistem Informasi Kearsipan Surat dan Proposal Berbasis Website," *J. Comput. Bisnis*, vol. 16, no. 2, pp. 162–171, 2022, doi: <https://doi.org/10.56447/jcb.v16i2.17>.
 - [16] A. Abdul Wahid, "Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi," *J. Ilmu-ilmu Inform. dan Manaj. STMIK*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2020.
 - [17] R. A and M. Shalahuddin, *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*. Bandung: Informatika, 2013.
 - [18] F. Damanik, R. Meilano, and T. Wr, "Pengembangan Sistem Informasi Persediaan Barang dengan Metode Waterfall," *J. Elektron. List. dan Teknol. Inf. Terap.*, vol. 2, no. 2, pp. 26–30, 2021, doi: 10.37338/e.v2i2.153.
 - [19] Basriyal, A. Musnansyah, and E. N. Alam, "Perancangan Aplikasi Chi-Chi Thai Tea Berbasis Website Pada Modul Owner Menggunakan Metode Waterfall," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 5, pp. 9508–9519, 2021.
 - [20] D. Arwidiyarti, Khaerudin, and B. Wibawa, *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi*. Malang: CV. Literasi Nusantara Abadi, 2022.
 - [21] S. Rizki Wicaksono, *BlackBox Testing Teori dan Studi Kasus*. Malang: CV. Seribu Bintang, 2021.