



Sistem Pakar Pendeteksi Penyakit Tanaman Jamur Tiram Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web

Rhido Rezwana¹, Dwinita Arwidiyarti^{2*}, Hendri Ramdan³

^{1,2,3}Universitas Teknologi Mataram, Jl. Kampus Universitas Teknologi Mataram, Kekalikh Jaya, Kecamatan Sekarbela, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat - 83116, Indonesia.

*Penulis Korespondensi, Email : dwinita.arwidya@gmail.com

Abstrak—Jamur tiram merupakan salah satu komoditi pertanian di Indonesia. Jamur tiram dapat dioleh menjadi berbagai macam masakan dan kudapan sehingga kebutuhan akan jamur tiram di masyarakat semakin lama semakin meningkat. Berdasarkan data dari Balai Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Provinsi Nusa Tenggara Barat, produksi jamur tiram di Provinsi NTB pada tahun 2022 mengalami penurunan sebesar 28.291 kg jika dibandingkan dengan tahun 2021. Berbagai faktor pengganggu seperti serangan hama dan penyakit, iklim dan kesalahan dalam pemeliharaan menjadi penyebab turunnya produksi. Keterbatasan pengetahuan petani dalam mendiagnosis penyakit pada tanaman jamur tiram seringkali mengakibatkan kesalahan yang berdampak pada gagal panen. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan sistem pakar yang dapat mendiagnosis penyakit pada tanaman jamur tiram dan memberikan solusi sehingga petani dapat melakukan upaya-upaya pencegahan dan penanganan dengan cepat sebelum penyakit menular ke tanaman jamur tiram lainnya. Sistem pakar ini dibangun dengan menggunakan metode pengembangan perangkat lunak Waterfall. Pengujian fungsional menggunakan Metode *Black Box Testing* dengan hasil 100% valid sedangkan pengujian akurasi dilakukan dengan menggunakan 20 kasus yang menghasilkan 19 kasus valid (akurasi 95%). Sistem pakar ini menggunakan Metode *Certainly Factor* berbasis web sehingga dapat diakses oleh petani jamur tiram atau siapapun yang membutuhkan secara gratis. Diharapkan dengan adanya sistem pakar ini dapat membantu petani dalam mendeteksi penyakit pada tanaman jamur tiram dan meningkatkan hasil produksi jamur tiram di masyarakat.

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

Abstract—Oyster mushrooms are one of the agricultural commodities in Indonesia. Oyster mushrooms can be processed into various kinds of dishes and snacks so that the need for oyster mushrooms in society is increasing over time. Based on data from the Plantation Plantation Seed and Protection Center of West Nusa Tenggara Province, oyster mushroom production in West Nusa Tenggara Province in 2022 decreased by 28,291 kg when compared to 2021. Various disturbing factors such as pest and disease attacks, climate and errors in maintenance are the cause of decreased production. Farmers' limited knowledge in diagnosing diseases in oyster mushroom plants often results in mistakes that result in crop failure. The aim of this research is to produce an expert system that can diagnose diseases in oyster mushroom plants and provide solutions so that farmers can make prevention and treatment efforts quickly before the disease spreads to other oyster mushroom plants. This expert system was built using the Waterfall software development method. Functional testing used the Black Box Testing Method with 100% valid results, while accuracy testing was carried out using 20 cases which resulted in 19 valid cases (95% accuracy). This expert system uses the web-based Certain Factor Method so that it can be accessed by oyster mushroom farmers or anyone who needs it for free. It is hoped that this expert system can help farmers detect diseases in oyster mushroom plants and increase oyster mushroom production in the community.

Keywords: Expert System; Oyster Fungus Plant Diseases; Certainty Factor; Web

1. PENDAHULUAN

Jamur tiram merupakan jamur pangan dari gerombolan *Basidiomycete*, yang memiliki ciri umum tubuh buah berwarna putih hingga krem dan memiliki tutup berbentuk setengah lingkaran menyerupai cangkang tiram dengan bagian tengah agak cekung. Bentuk jamur tiram mempunyai bagian atas yang licin, agak lembab, dan bergelombang pada bagian tepinya. Jamur tiram memiliki diameter antara 3 cm sampai dengan 20 cm dan spora berbentuk batang. Miselium pada jamur tiram memiliki warna putih dan yang dapat dibudidayakan di Indonesia sebagian besar berwarna putih. Jamur tiram bentuknya lebih lebar dari jenis jamur lainnya. Jamur tiram dewasa memiliki sekat dengan jumlah banyak yang terdapat pada basidia. Bagian ujung basidium terdapat kantong yang berisi banyak spora. Sel spora-spora tersebut membentuk hifa dan miselium yang bercabang membentuk titik sebagai calon jamur dewasa nantinya [1].

Berdasarkan data dari Balai Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BP2TP) Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB), produksi tanaman jamur tiram di Provinsi NTB pada tahun 2021 sebesar 49.700 kg dan mengalami penurunan di tahun 2022 yaitu menjadi sebesar 28.291 kg [2]. Meskipun jamur tiram 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 jamur tiram seringkali mengakibatkan kesalahan yang berdampak pada gagal panen, sehingga dibutuhkan sebuah aplikasi yang dapat digunakan oleh para petani dalam mendiagnosis penyakit pada tanaman jamur tiram, yang dalam hal ini adalah sistem pakar. Sistem pakar merupakan program berbasis komputer yang mencoba atau meniru proses berpikir seorang pakar dalam memecahkan suatu masalah spesifikasi, yang bisa disebut sebagai replikasi pakar, karena pengetahuan pakar disimpan dalam basis pengetahuan proses pemecahan masalah [3]. Sistem ini bekerja dengan menggunakan pengetahuan dan metode analisis yang telah didefinisikan terlebih dahulu oleh pakar yang sesuai dengan bidang keahliannya [4]. Sistem pakar diharapkan mampu bertindak sebagaimana yang dilakukan seorang pakar berdasarkan pengalaman dan pengetahuan tertentu yang dimasukkan oleh satu atau banyak pakar [3].

Sejumlah penelitian terdahulu telah dilakukan untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman jamur tiram menggunakan sistem pakar dengan berbagai metode yaitu : 1. Penelitian yang dilakukan oleh Achmad Baianis, Laura Saraswati Nusantara, Fajar Agustinus Suciono (2017) menggunakan Metode Forward Chaining dengan hasil pengujian akurasi sebesar 97% [5], 2. Penelitian yang dilakukan oleh Dovi Dwi Darmawan, Deni Arifianto (2021) menggunakan Metode Case Based Reasoning Berbasis Web dengan hasil pengujian akurasi sebesar 93% [6]. 3. Penelitian yang dilakukan oleh Malem Pusuh Ginting, Yopi Hendro Syahputra, Khairi Ibnutama (2021) menggunakan Teorema Bayes dengan hasil pengujian menghasilkan tingkat akurasi sebesar 95% [7]. Pada penelitian ini akan digunakan metode yang berbeda dari ketiga penelitian terdahulu yaitu *Certainty Factor*, untuk dapat mengetahui tingkat akurasi yang dihasilkan. *Certainty Factor* digunakan untuk menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap permasalahan yang sedang dihadapi. *Certainty Factor* adalah faktor kepastian yang menyatakan kepercayaan dalam sebuah kejadian (fakta atau hipotesa) berdasar bukti atau penilaian pakar. *Certainty Factor* menggunakan suatu nilai untuk mengasumsikan derajat keyakinan seorang pakar terhadap suatu data. 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 [8].

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

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian digunakan untuk menentukan cara atau taktik yang tepat sebagai langkah-langkah yang dilakukan dalam memecahkan suatu permasalahan untuk mencapai tujuan tertentu yang ingin dicapai.

2.1. 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 [8]. *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 [8]. Ada beberapa kemungkinan jawaban saat menentukan faktor kepastian, seperti yang ada pada tabel berikut.

Tabel 1. Terminologi Kepastian [8]

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* [9] 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

$$CF[H,E]1 = CF[H]*CF[E]$$

Dimana:

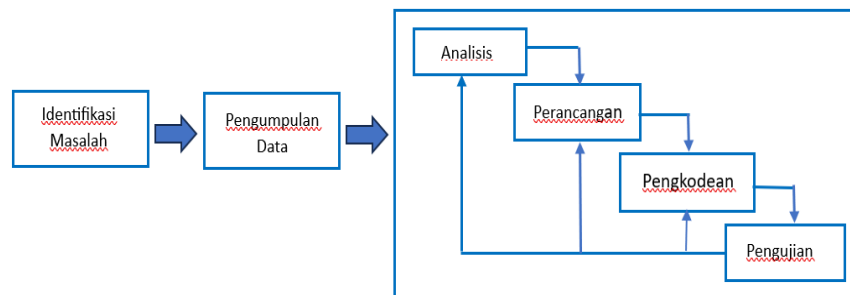
CF(E) : *Certainty Factor evidence* E yang dipengaruhi oleh *evidence* E

CF(H) : *Certainty Factor hipotesa* dengan asumsi *evidence* diketahui dengan pasti, yaitu ketika $CF(E,e) = 1$

CF(H,E): *Certainty Factor hipotesa* yang dipengaruhi oleh *evidence* e diketahui dengan pasti.

2.2. Tahapan Penelitian

Suatu penelitian dimulai dengan perencanaan yang disusun secara logis dan sistematis, sehingga hasilnya dapat mewakili kondisi yang sebenarnya dan dapat dipertanggungjawabkan. Tahapan penelitian yang dilakukan terdapat pada Gambar 1. berikut.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk dapat memahami masalah yang akan diteliti, sehingga dalam tahap analisis dan perancangan tidak keluar dari permasalahan yang diteliti.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan tiga cara, yaitu :

a. Observasi

Pada penelitian ini observasi dilakukan di Dusun Karang Kesuma Desa Kebon Ayu Kecamatan Gerung Kabupaten Lombok Barat pada tanggal 18–19 Mei 2023. Dari hasil pengamatan didapat banyak pola kerusakan yang hampir sama yang tidak bisa dibedakan oleh petani karena minimnya pengetahuan, sehingga petani mengalami kesulitan dalam mengatasi permasalahan yang sedang dialami yang mengakibatkan hasil panen kurang maksimal bahkan gagal panen.

b. Wawancara

Wawancara dilakukan kepada Ibu Ria Nurmayasari S.P. di Balai Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BP2TP) Kabupaten Lombok Barat pada tanggal 3 Juni 2023, untuk memperoleh informasi mengenai gejala dan penyakit serta cara pengendalian penyakit pada tanaman jamur tiram.

c. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mempelajari aspek-aspek yang berkaitan dengan penelitian ini, diantaranya adalah mencari jenis-jenis hama dan penyakit pada tanaman jamur tiram, gejala-gejala serangan dari hama dan penyakit tersebut dan solusi yang dapat diterapkan untuk mencegah ataupun menanggulangi hama dan penyakit tersebut, serta mempelajari metode *Certainty Factor* (CF) dan perhitungan nilai CF yang akan digunakan pada penelitian ini. Data-data yang digunakan dalam studi literatur didapat dengan cara mengumpulkan jurnal, penelusuran internet, dan buku-buku yang berkaitan dengan topik penelitian.

3. Pengembangan Perangkat Lunak Menggunakan Metode *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 [9]. Disebut *waterfall* karena proses mengalir satu arah “ke bawah” seperti air terjun. Metode *Waterfall* ini harus dilakukan secara berurutan sesuai dengan tahap yang ada. Metode ini juga sering disebut model urutan linear atau aliran kehidupan klasik [10]. Pengembangan sistem dilakukan secara berturut-turut dimulai dari fase analisis, perancangan, pengkodean, dan pengujian [11], sebagai berikut.

1. Analisis
Kegiatan yang dilakukan pada fase analisis adalah menentukan kebutuhan sistem baik fungsional maupun non fungsional.
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 [12]. Perangkat perancangan sistem yang digunakan adalah Diagram *Unified Modeling Language* yang terdiri atas Diagram Usecase, Diagram Aktivitas dan Diagram Kelas.
3. Pengkodean
Pada tahaan ini rancangan sistem diubah ke dalam format yang dapat dibaca oleh mesin menggunakan bahasa pemrograman [12]. Adapun bahasa pemrograman yang digunakan adalah PHP dengan *framework* Code Igniter 4.0
4. Pengujian
Pengujian berfokus pada fungsi eksternal, dan menemukan semua kemungkinan *bug* dan memverifikasi bahwa itu memenuhi hasil yang diinginkan. Untuk pengujian fungsionalitas dilakukan dengan menggunakan teknik *Black Box Testing*. *Black-Box Testing* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menguji fungsi, masukan dan keluaran dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan, sehingga dapat diketahui fungsionalitas dari sistem (Cholifah et al., 2018). Pengujian ini dilakukan di akhir pembuatan perangkat lunak untuk mengetahui apakah perangkat lunak dapat berfungsi dengan baik [13], sedangkan pengujian akurasi dilakukan untuk melihat akurasi output yang dihasilkan dengan membandingkan antara hasil yang diperoleh menggunakan penghitungan *Certainty Factor* secara manual dan hasil yang diperoleh dari sistem pakar yang dibangun.

2.2. Penyelesaian dengan Metode *Certainty Factor*

Dalam penyelesaian dengan Metode *Certainty Factor* (CF) dibutuhkan beberapa data yaitu data penyakit tanaman jamur tiram, data gejala penyakit tanaman jamur tiram, dan data *rule* jamur tiram, sebagai berikut.

Tabel 2. Penyakit Tanaman Jamur tiram

No.	Kode Penyakit	Penyakit
1.	P01	Infeksi <i>Corticium</i>
2.	P02	Infeksi <i>Hypomyces</i>
3.	P03	Infeksi <i>Mycogone</i>
4.	P04	Infeksi <i>Pseudomonas</i>
5.	P05	Infeksi <i>Trichoderma</i>
6.	P06	Infeksi <i>Verticillium</i>
7.	P07	<i>Bacterium Carotovorum</i>

Tabel 3. Gejala Penyakit Tanaman Jamur tiram

No.	Kode Gejala	Gejala
1.	G01	Adanya bau yang tidak sedap
2.	G02	Kehadiran bintik-bintik coklat pada miselium
3.	G03	Layu pada tudung
4.	G04	Munculnya bintik-bintik basah pada batang atau tangkai
5.	G05	Munculnya bintik-bintik merah atau jingga
6.	G06	Pembusukan pada akar dan pangkal batang atau tangkai

7.	G07	Pembusukan pada bagian-bagian tertentu
8.	G08	Pembusukan pada batang atau tangkai
9.	G09	Pembusukan pada miselium
10	G10	Penurunan pertumbuhan dan produksi
11	G11	Perubahan tekstur pada miselium
12	G12	Perubahan tekstur pada permukaan
13	G13	Perubahan warna pada batang atau tangkai menjadi merah atau oranye
14	G14	Perubahan warna pada permukaan
15	G15	Perubahan warna pada tudung
16	G16	Pertumbuhan jamur lambat
17	G17	Terlihat bercak berwarna merah atau jingga
18	G18	Terlihat lendir pada tudung
19	G19	Terlihat Tudung tidak mekar
20	G20	Warna miselium berubah menjadi coklat atau hitam
21	G21	Warna miselium berubah putih hingga hijau muda
22	G22	Warna miselium berubah menjadi kecoklatan
23	G23	Terdapat bintik kuning
24	G24	Lama kelamaan bintik menjadi coklat
25	G25	Lama kelamaan menjadi hitam

Tabel 4. Data Rule Jamur Tiram

<i>Rule</i>	<i>If</i>	<i>Then</i>	<i>And</i>
1	G005, G008, G010, G012, G017	P001	P002, P003, P004
2	G007, G010, G012, G013, G019	P002	P001, P003, P005
3	G001, G006, G010, G011, G020	P003	P001, P002, P005, P006
4	G001, G004, G008, G014, G018	P004	P001, P005
5	G001, G007, G009, G015, G016, G021, G022	P005	P002, P003
6	G002, G003, G006, G010, G020	P006	P001, P003
7	G023, G024, G025	P007	

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 keyakinan, nilai negatif mewakili tingkat ketidakpercayaan [14]. Ada beberapa kemungkinan jawaban saat menentukan faktor kepastian, seperti yang ada pada tabel berikut.

Tabel 5. Bobot Nilai Tingkat Keyakinan

<i>Certainty Term</i>	<i>Nilai CF</i>
Pasti	1
Hampir Pasti	0.8
Kemungkinan	0.6
Mungkin	0.4
Hampir Mungkin	0.2

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. 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 :

- 1) Daftar penyakit tanaman jamur tiram
- 2) Daftar gejala penyakit tanaman jamur tiram
- 3) Menentukan penyakit berdasarkan gejala
- 4) Rumus *Certainty Factor*
- 5) Bobot Gejala Penyakit
- 6) Menentukan penyakit, gejala dan pengendalian

Dengan adanya data-data tersebut sistem pakar yang dihasilkan diharapkan dapat melakukan beberapa hal, yaitu.

- 1) Sistem dapat menampilkan pilihan gejala penyakit pada tanaman jamur tiram
- 2) Sistem dapat mendiagnosis penyakit pada tanaman jamur tiram berdasarkan pilihan gejala
- 3) Sistem dapat menampilkan informasi pengendalian terhadap penyakit tanaman jamur tiram berdasarkan penyakit dan gejalanya.

b. Kebutuhan Non-fungsional

Kebutuhan non-fungsional adalah kebutuhan sistem yang menitik beratkan pada perilaku yang dimiliki oleh sistem, diantaranya kebutuhan perangkat keras, perangkat lunak, serta *user* sebagai bahan analisis kekurangan dan kebutuhan yang harus di penuhi dalam perancangan sistem yang akan diterapkan.

Kebutuhan non-fungsional dari sistem ini yaitu :

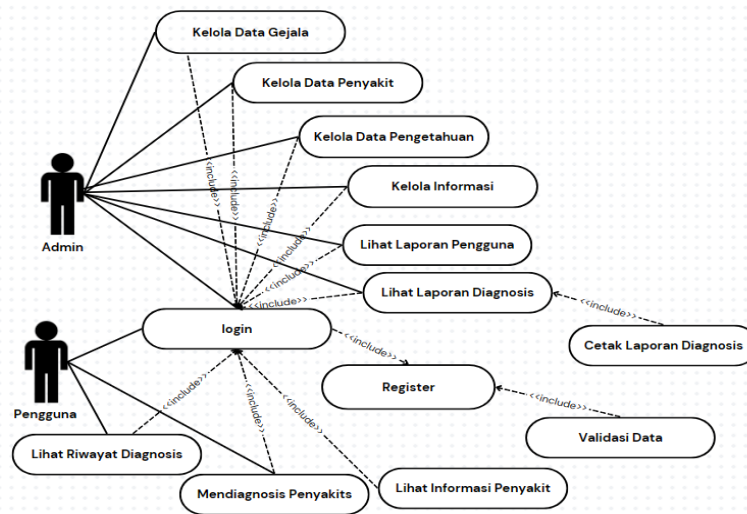
- 1) Kebutuhan perangkat keras
Kebutuhan perangkat keras dalam membangun sistem ini terdiri dari laptop atau PC dengan spesifikasi minimal sebagai berikut :
 - a) Intel Core i3 M390, 2,67 Ghz
 - b) Memory 4GB RAM
 - c) Harddisk 500GB 14
- 2) Kebutuhan Perangkat lunak
Perangkat lunak yang digunakan dalam membangun sistem pakar ini adalah sebagai berikut :
 - a) Sistem Operasi Microsoft Windows 10
 - b) Database server phpMyAdmin (XAMPP)
 - c) Text editor : Visual Studio Code
- 3) Kebutuhan User
 - a) Mengakses sistem dengan login
 - b) Memilih gejala sesuai kondisi
 - c) Mendapatkan hasil diagnosis penyakit tanaman jamur tiram dan pengendaliannya
 - d) Melihat history diagnosis yang pernah dilakukan sebelumnya.

3.2. Perancangan

Perancangan dilakukan dengan menggunakan *Unified Modeling Language Diagram* yaitu *Usecase Diagram*, *Activity Diagram* dan *Class Diagram* dari sistem pakar sebagai berikut.

a. *Usecase Diagram* (Diagram *Usecase*)

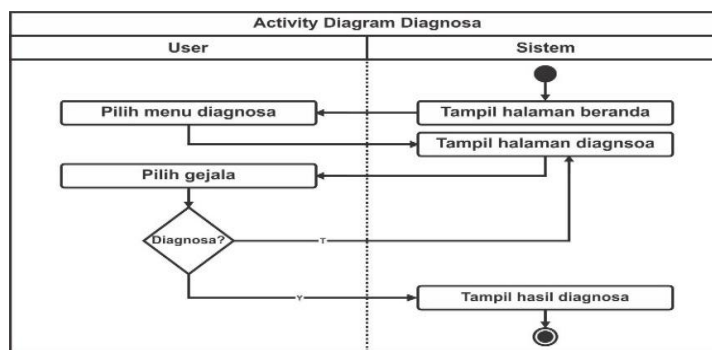
Diagram ini digunakan untuk mengorganisasi dan memodelkan perilaku suatu sistem yang dibutuhkan serta diharapkan oleh pengguna [15]. Pada rancangan diagram *Usecase* terdapat dua aktor yaitu Admin dan Pengguna, di mana keduanya harus melakukan registrasi terlebih dahulu untuk mendapatkan *username* dan *password*, dan harus melakukan login untuk dapat mengakses menu-menu yang ada pada sistem. Setelah melakukan login, admin dapat melakukan beberapa fungsi yaitu mengelola data gejala, mengelola data penyakit, mengelola data pengetahuan, mengelola informasi, melihat laporan pengguna, melihat laporan diagnosis dan mencetak laporan diagnosis, sedangkan pengguna dapat melakukan beberapa fungsi yaitu melihat informasi penyakit, melakukan diagnosis terhadap penyakit dan melihat riwayat diagnosis yang pernah dilakukan sebelumnya.



Gambar 2. Diagram Usecase

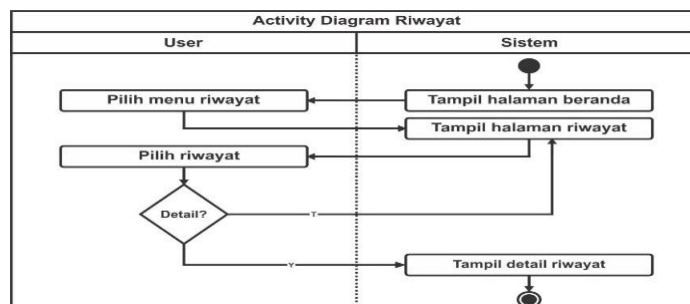
b. Activity Diagram (Diagram Aktivitas)

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 [15]. Beberapa diagram aktivitas yang dirancang, diantaranya adalah Diagram Aktivitas Diagnosa yang terdapat pada Gambar 3. Pengguna melakukan diagnosa penyakit dengan cara memilih Menu Diagnosa yang terdapat pada beranda, kemudian sistem akan menampilkan halaman diagnosa. Pengguna memilih gejala yang terdapat pada halaman Diagnosa sesuai dengan kondisi tanaman jamur tiram setelah itu menekan tombol diagnosa dan sistem akan menampilkan hasil diagnosa disertai penjelasan tentang penyakit tersebut, foto dan solusi.



Gambar 3. Diagram Aktivitas Diagnosa Penyakit

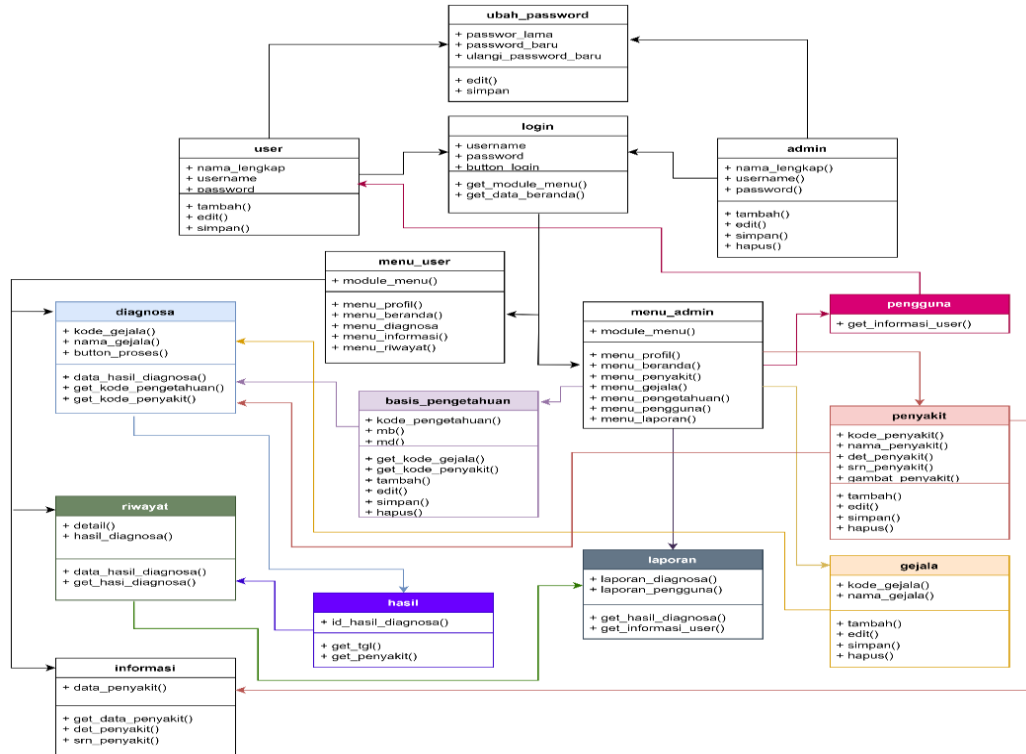
Diagram aktivitas lainnya adalah diagram aktivitas riwayat seperti yang tampak pada Gambar 4. Pengguna dapat melihat riwayat diagnosa yang pernah dilakukan sebelumnya dengan cara memilih Menu Riwayat yang terdapat pada beranda, kemudian sistem akan menampilkan Daftar Riwayat. Jika pengguna ingin melihat detailnya, maka klik detail dan sistem akan menampilkan detail riwayat.



Gambar 4. Diagram Aktivitas Riwayat Penyakit

c. Class Diagram (Diagram Kelas)

Diagram Kelas menggambarkan rancangan program yang mendekati kenyataan. Diagram ini adalah inti dari pemodelan yang digunakan baik oleh *forward engineering* maupun *reverse engineering* [15]. Pada rancangan Diagram Kelas terdapat 15 kelas seperti yang terdapat pada Gambar 5 berikut.



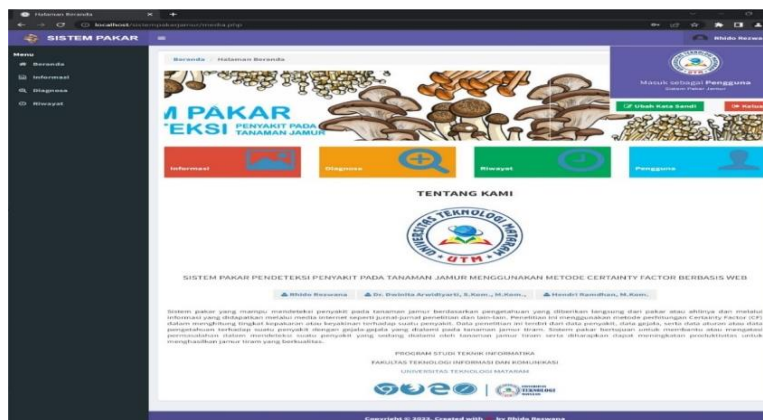
Gambar 5. Diagram Kelas

Penggunaan Metode *Certainty Factor* terlihat dari adanya relasi antara Tabel Gejala, Tabel Penyakit, Tabel Pengetahuan dan Tabel Diagnosa. Tabel Pengetahuan digunakan untuk mengelola data hubungan antara Gejala dan Penyakit (*rule*) pada tanaman jamur tiram. Tabel Diagnosa digunakan untuk menghitung gejala yang dipilih dengan menggunakan Algoritma *Certainty Factor* yang nantinya akan menghasilkan diagnosa penyakit dan penanganannya.

3.3. Pengkodean

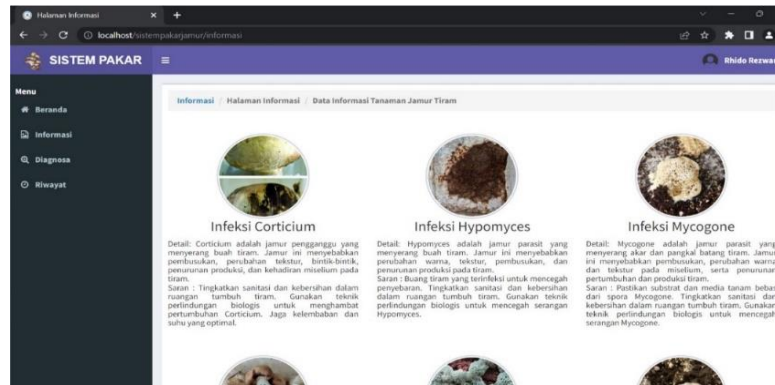
Sistem pakar ini dibangun berbasis web dengan menggunakan *framework* CodeIgniter 4.0. Berikut adalah beberapa tampilan antar mukanya.

Pada beranda pengguna terdapat penjelasan tentang aplikasi sistem pakar dan 3 buah menu yaitu Menu Informasi, Menu Diagnosa dan Menu Riwayat, seperti yang tampak pada Gambar 6 berikut.



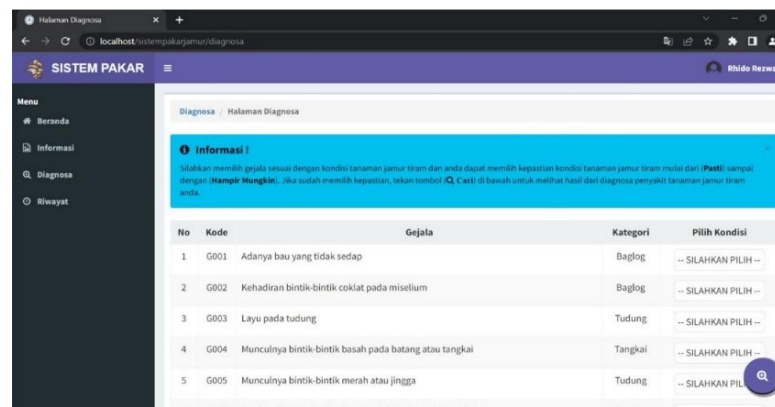
Gambar 6. Tampilan Layar Beranda

Jika Menu Informasi dipilih, maka akan tampil informasi penyakit tanaman jamur tiram secara mendetil disertai dengan foto dan saran pencegahan, seperti yang tampak pada Gambar 7.



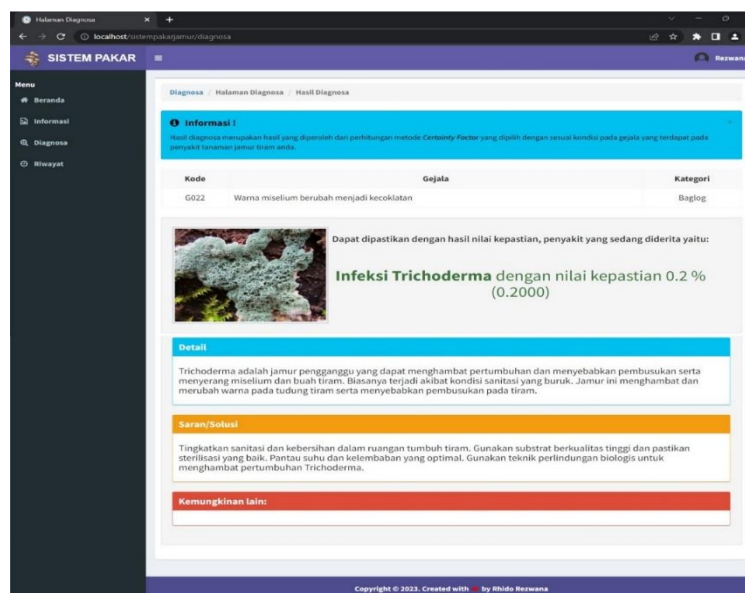
Gambar 7. Tampilan Layar Menu Informasi

Ketika Menu Diagnosa dipilih, maka akan tampil Form Gejala disertai kategori dan kondisi yang harus dipilih oleh pengguna sesuai dengan kondisi pada tanaman jamur tiram, seperti yang tampak pada Gambar 8 berikut.



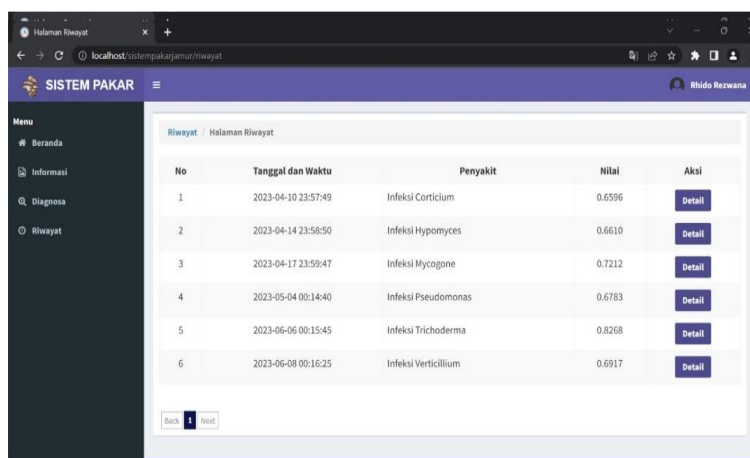
Gambar 8. Tampilan Layar Menu Diagnosa Penyakit

Hasil diagnosa dari sistem pakar akan tampil seperti yang tampak pada Gambar 9, yaitu berupa kode penyakit, nama penyakit, kategori penyakit, persentase kepastian, foto tanaman jamur yang terkena penyakit tersebut, detil penyakit, saran pencegahan dan kemungkinan terjangkit penyakit lainnya yang memiliki gejala serupa (jika ada).



Gambar 9. Tampilan Layar Hasil Diagnosa

Ketika Menu Riwayat dipilih, maka akan tampil daftar riwayat diagnosa yang pernah dilakukan sebelumnya disertai dengan tanggal dan waktu melakukan diagnosa menggunakan sistem pakar, penyakit yang terindikasi disertai dengan nilai kepastian dan detil penyakit, seperti yang tampak pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Tampilan Antarmuka Riwayat

3.4. Pengujian

Dilakukan dua jenis pengujian yaitu pengujian fungsional dan pengujian akurasi sebagai berikut.

1. Pengujian Fungsional dengan Metode Black Box Testing
Black Box Testing digunakan untuk pengujian terhadap fungsional sistem. Pengujian dilakukan dengan cara menguji fungsi-fungsi yang ada di dalam sistem yang dibangun. Hasil pengujian dengan *Metode Black Box Testing* menunjukkan 100% valid yaitu secara fungsional sistem pakar yang dibangun telah memiliki menu-menu yang dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.
2. *Pengujian Akurasi*
 Pengujian akurasi dilakukan untuk membandingkan kesesuaian antara hasil diagnosa yang dilakukan oleh pakar dengan luaran yang dihasilkan oleh sistem pakar yang dibangun. Pengujian dilakukan untuk 20 kasus jenis penyakit jamur tiram.

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Pengujian

Kode Penyakit	Jenis Penyakit	Jumlah Data Uji	Identifikasi Benar	Identifikasi Salah
P01	Infeksi <i>Corticium</i>	2	2	0
P02	Infeksi <i>Hypomyces</i>	3	3	0
P03	Infeksi <i>Mycogone</i>	3	3	0
P04	Infeksi <i>Pseudomonas</i>	2	1	1
P05	Infeksi <i>Trichoderma</i>	3	3	0
P06	Infeksi <i>Verticillium</i>	4	4	0
P07	<i>Bacterium Carotovorum</i>	3	3	0
Jumlah		20	19	1

Tabel 7. Hasil Pengujian

Jenis Identifikasi	Data Uji	TP	TN	FP	FN
Hama dan Penyakit Jamur Tiram	20	19	0	1	0

Keterangan :

- TP : Banyaknya hasil identifikasi positif/benar untuk data uji positif.
- TN : Banyaknya hasil identifikasi negatif/salah untuk data uji positif.
- FP : Banyaknya hasil identifikasi positif/benar untuk data uji negatif.
- FN : Banyaknya hasil identifikasi negatif/salah untuk data uji negatif.

$$\text{Nilai akurasi} = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{19 + 0}{19 + 0 + 1 + 0} \\
&= \frac{19}{20} \\
&= 0.95 \times 100 \\
&= 95\%
\end{aligned}$$

Hasil pengujian dari 20 kasus dengan hasil 19 kasus valid, sehingga tingkat akurasi yang dihasilkan adalah 95%.

4. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan, implementasi, dan proses uji coba sistem yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem pakar ini dibangun dengan Metode *Certainty Factor* berbasis web di mana pada tahap perancangan sistem menggunakan *Unified Modeling Language Diagram* yang terdiri atas *Usecase Diagram*, *Activity Diagram* dan *Class Diagram*. Aplikasi diimplementasikan dengan bahasa pemrograman PHP dengan *framework Code Igniter 4.0*. Sistem pakar dengan Metode *Certainty Factor* yang dihasilkan dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman jamur tiram berdasarkan gejala yang dialami, yang menghasilkan penyakit berdasarkan nilai keyakinan, disertai foto, saran pencegahan dan kemungkinan penyakit lainnya. Sistem pakar ini telah melalui uji fungsional menggunakan *Black Box Testing* dengan hasil valid 100% yang artinya bahwa semua menu dapat berfungsi dengan baik, selain itu juga telah dilakukan uji akurasi dengan menggunakan 20 kasus dan hasilnya 19 kasus valid, sehingga tingkat akurasi sebesar 95%.

Sistem pakar ini dapat dikembangkan dengan menjadikan hasil penelitian ini sebagai dasar untuk melakukan penelitian selanjutnya dengan menambahkan jenis penyakit tanaman jamur tiram lainnya atau dengan metode yang lain agar dapat membandingkan tingkat akurasi yang diperoleh, selain itu juga diharapkan aplikasi ini dapat dikembangkan dengan antarmuka yang lebih menarik dengan berbasis mobile agar memudahkan pengguna dalam mengaksesnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini, yaitu Universitas Teknologi Mataram, Balai Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BP2TP) Kabupaten Lombok Barat, dan para petani jamur tiram di Desa Dusun Karang Kesuma Desa Kebon Ayu Kecamatan Gerung Kabupaten Lombok Barat.

REFERENCES

- [1] A. M.S, M. Mugiono, T. Arlianti, and C. Azmi, *Panduan Lengkap Jamur*. Jakarta: Penebar Swadaya Grup, 2011.
- [2] B. P. Statistik, "Produksi Tanaman Sayuran 2021," 2021. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/indicator/55/61/1/produksi-tanaman-sayuran.html>
- [3] 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>.
- [4] B. H. Hayadi, *Sistem Pakar*. Yogyakarta: CV. Budi Utama, 2016.
- [5] A. Baianis, L. S. Nusantara, and F. A. Suciono, "Sistem Pakar Diagnosa Hama dan Penyakit pada Jamur Tiram Menggunakan Metode Forward Chaining," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–5, 2017.
- [6] D. D. Darmawan and D. Arifianto, "Sistem Pakar Diagnosa Hama dan Penyakit Pada Jamur Tiram dengan Metode Case Based Reasoning Berbasis Web," *J. Smart Teknol.*, vol. 2, no. 2, pp. 101–106, 2021.
- [7] M. P. Ginting, Y. H. Syahputra, and K. Ibnuutama, "Sistem Pakar Mendeteksi Penyakit Jamur Tiram Menggunakan Teorema Bayes," *J. CyberTech*, vol. 4, no. 9, pp. 1–11, 2021.
- [8] L. Marlinda, *Sistem Pakar Perancangan dan Pembahasan : Metode Chaining, Certainty Factor dan Fuzzy Logic*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2021.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] A. S. Rosa and M. Shalahuddin, *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*. Bandung: Informatika, 2018.

- [12] 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.
- [13] 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.
- [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] D. Arwidiyarti, Khaerudin, and B. Wibawa, *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi*. Malang: CV. Literasi Nusantara Abadi, 2022.

I sayan