Jurnal Kecerdasan Buatan dan Teknologi Informasi (JKBTI) e-ISSN : 2964-2922
Vol. 2, No. 1, Januari 2023, hlm. 11-19 p-ISSN : 2963-6191

RANCANG BANGUN SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN CABAI DENGAN METODE CERTAINTY FACTOR

Rijalul Mujahiddin[1*], Zaeniah[2], Bahtiar Imran[3]

[1*]Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Universitas Teknologi Mataram, Indonesia
[2]Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Universitas Teknologi Mataram, Indonesia
[3]Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Universitas Teknologi Mataram, Indonesia
Email : [1*]rijalulmujahiddin24@gmail.com, [2]zaen1989@gmail.com, [3]bahtiarimranlombok@gmail.com

(Naskah masuk : 29 Desember 2022, direvisi : 29 Desember 2022, diterima : 02 Januari 2023, dipublikasikan : 20 Januari 2023)

Abstrak

Teknologi telah menjadi kebutuhan yang sangat penting bagi keberlangsungan hidup setiap manusia. Mulai dari hal-hal yang sederhana hingga hal-hal rumit teknologi selalu memegang peranan penting, tak terkecuali pada bidang pertanian. Munculnya berbagai masalah yang dialami oleh para petani khususnya petani cabai seperti masalah penyakit tanaman dan hama tanaman membuat para petani kesulitan dalam mengatasinya. Tak jarang masalah-masalah tersebut mengakibatkan para petani mengalami kerugian besar karena gagal panen. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Tanaman Cabai dengan Metode *Certainty Factor*. Dimana sistem pakar ini merupakan aplikasi berbasis website yang berisi pengetahuan pakar ahli tanaman cabai. Aplikasi ini dapat diakses oleh para petani untuk mendiagnosa dan mengetahui penyakit pada tanaman cabai mereka. Pada aplikasi ini sistem mampu mengidentifikasi 7 jenis penyakit berdasarkan pengetahuan pakar serta terdapat solusi mengenai penyakit pada tanaman cabai, sehingga dapat dilakukan penanganan yang sesuai untuk mengatasi permasalahan tersebut. Selain itu diagnosa penyakit dengan aplikasi ini memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dan sesuai dengan pengetahuan pakar ahli.

Kata kunci: Teknologi, Website, Sistem Pakar, Tanaman Cabai, *Certainty Factor*.

DESIGN OF AN EXPERT SYSTEM FOR DIAGNOSIS OF DISEASES IN CHILI PLANTS USING THE CERTAINTY FACTOR METHOD

Abstract

Technology has become a very important need for the survival of every human being. Starting from simple things to complex things, technology has always played an important role, and agriculture is no exception. The emergence of various problems experienced by farmers, especially chili farmers, such as problems with plant diseases and plant pests makes it difficult for farmers to overcome them. Not infrequently these problems result in farmers experiencing huge losses due to crop failure. This study aims to create an Expert System for Disease Diagnosis in Chili Plants with the Certainty Factor Method. Where this expert system is a website-based application that contains expert knowledge of chili plant experts. This application can be accessed by farmers to diagnose and find out diseases in their chili plants. In this application the system is able to identify 7 types of diseases based on expert knowledge and there are solutions regarding diseases in chili plants, so that appropriate treatment can be carried out to overcome these problems. In addition, disease diagnosis with this application has a fairly good level of accuracy and is in accordance with expert knowledge.

Keyword: *Technology, Website, Expert System, Chili Plant, Certainty Factor.*

1. PENDAHULUAN

Di era digital saat ini, teknologi memiliki peranan yang penting dalam menjalani kehidupan sehari-hari. Pesatnya kemajuan teknologi saat ini membawa pengaruh yang sangat baik dalam berbagai aspek, salah satunya pada bidang industri pertanian [1]. Kemampuan komputer dalam mengingat, menyimpan, dan perhitungan terhadap sebuah data dengan skala besar membuat komputer memiliki peranan dalam memajukan industri pertanian [2]. Peranan komputer

sendiri harus didukung oleh sebuah sistem atau perangkat lunak yang dapat mengidentifikasi atau dapat memberikan penilaian terhadap gejala-gejala penyakit dan cara penanganan terhadap penyakit pada tanaman. Seperti yang diketahui, Indonesia adalah negara dengan identitas agraris atau sektor pertanian. Salah satunya adalah produksi tanaman cabai yang melimpah. Hal ini bisa dilihat dari mudahnya menemukan cabai ditempat-tempat perbelanjaan bahan makanan yang ada di Indonesia. [3]

Disamping banyaknya produksi cabai, ternyata penanaman dan perawatannya tidak semudah yang dibayangkan. Dalam penanaman cabai diperlukan perawatan yang ekstra (lebih) karena tanaman cabai merupakan tanaman yang mudah terserang penyakit dan hama tanaman. Pada kasus di lapangan, sebenarnya para petani sudah mengetahui tentang penyakit pada tanaman cabai ini, namun mereka tidak tahu secara pasti tentang jenis penyakit dan cara penanganannya [1]. Pada kasus yang lebih parah, petani melakukan perawatan tanpa adanya pengetahuan tentang penyakit pada tanaman cabai mereka, sehingga terjadi kesalahan dalam penanganan yang berakibat kelayuan dan bahkan kematian tanaman. Adapun bagi pihak penyuluh pertanian, tentu akan kesulitan dalam mengidentifikasi penyakit dan menjelaskan kepada masyarakat tentang kondisi tanaman mereka, termasuk gejala-gejala dari tanaman yang terkena penyakit dan penanganan yang tepat dalam mengatasi penyakit pada tanaman cabai tersebut. Hal ini tentu merupakan suatu hal yang merugikan bagi petani dan penyuluh dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi. Selain itu jika kualitas dan kuantitas produk cabai menurun juga berakibat pada Ketidakstabilan harga cabai.

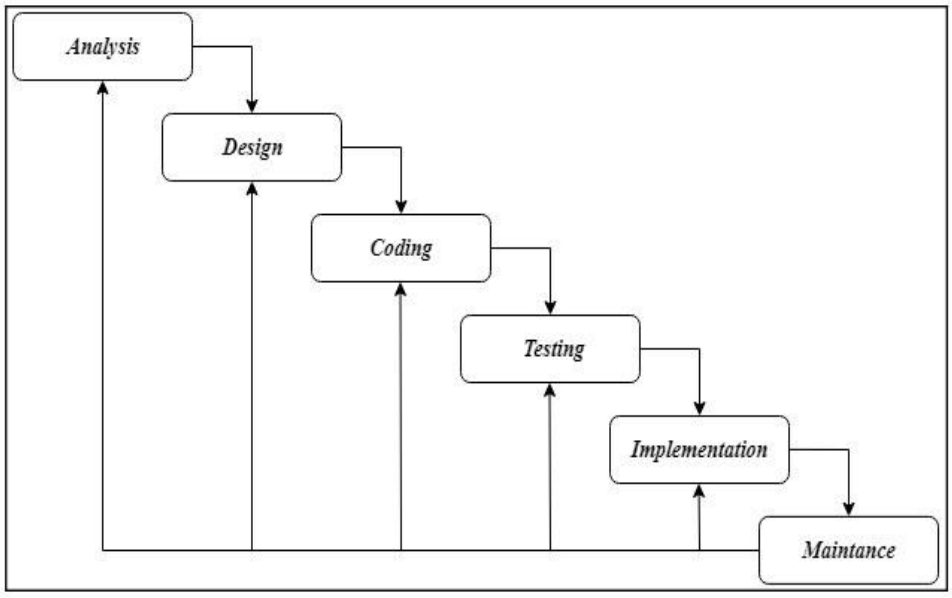
Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem pakar berbasis website. Dimana Sistem Pakar (*expert system*) merupakan sistem yang mengadopsi pengetahuan manusia (khususnya pakar ahli) kedalam sebuah komputer, sehingga komputer mampu menyelesaikan permasalahan tertentu seperti yang dilakukan oleh pakar ahli [4]. Sistem pakar yang dibangun ditujukan untuk memberi informasi tentang penyakit dan gejala-gejala pada tanaman cabai serta bagaimana cara penanganan yang tepat sesuai dengan metode *Certainty Factor*. Metode *Certainty Factor* (faktor kepastian) adalah salah satu metode yang berguna dalam mengatasi masalah ketidakpastian dan mempermudah dalam mengambil keputusan [5].

Adanya sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman cabai ini diharapkan dapat membantu para petani, penyuluh, maupun pengguna yang masih awam dengan tanaman cabai untuk mengetahui informasi mengenai penyakit dan gejala-gejala yang ada pada tanaman cabai, serta bagaimana perawatan yang tepat agar tanaman cabai mampu tumbuh dan berbuah sesuai dengan yang diharapkan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengembangan Perangkat Lunak

Dalam membangun dan mengembangkan sistem pakar ini digunakan salah satu model pengembangan perangkat lunak, yakni model *waterfall*. Menurut Sukamto & Shalahuddin (2018), model *waterfall* merupakan model yang menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sistematis dan *sekuensial* (urut). Disebut *waterfall* (air terjun) karena memang diagram tahapan prosesnya mirip dengan air terjun yang bertingkat. Adapun tahapan-tahapan model *waterfall* sebagai berikut:



Gambar 1 Tahapan *Waterfall* [6]

Berikut ini merupakan penjelasan mengenai tahap-tahap dari model *waterfall* ini, yaitu:

1. Analisis Kebutuhan (A*nalysis*)
   Analisis kebutuhan merupakan tahap pengumpulan kebutuhan perangkat lunak untuk memahami dan mengidentifikasi perangkat lunak seperti apa yang dibutuhkan oleh pengguna (*user*) nantinya [7].
   Pada tahapan ini dilakukan analisis kebutuhan untuk aplikasi yang akan dibangun. Adapun hasil analisis kebutuhan yang diperlukan untuk aplikasi adalah data-data jenis penyakit pada tanaman cabai, gejala-gejala penyakit pada tanaman cabai, serta bagaimana solusi atau penanganan yang tepat dalam mengatasi penyakit pada tanaman cabai.
2. Desain (*Design*)
   Desain merupakan tahapan atau langkah dalam merancang dan membangun perangkat lunak yang meliputi struktur data, arsitektur perangkat lunak, *user interface* (antarmuka pengguna), dan prosedur pengkodean [8].
   Pada tahap ini dilakukan perancangan aplikasi yang akan dibangun. Perancangan atau desain dimulai dengan pembuatan *Flowchart* sistem, perancangan *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, ERD (*Entity Relationship Diagram*), dan perancangan *User Interface*. Dimana perancangan atau desain ini dilakukan dengan menggunakan *software* (perangkat lunak) "draw io". Selain itu juga dilakukan perancangan *database*, dimana perancangannya menggunakan bantuan Ms. Word.
3. Pengkodean (*Coding)*
   Coding atau pengkodean merupakan tahap dimana peneliti mulai membangun aplikasi sesuai dengan analisis kebutuhan dan desain yang telah dibuat. Sehingga nantinya menghasilkan *input* dan *output* sesuai dengan yang diinginkan [9].
   Pada tahapan *coding* ini akan digunakan *sublime text* sebagai teks editor, *XAMPP* sebagai server (*localhost*), dan bahasa pemrograman yang akan digunakan adalah *HTML*, *PHP*, *CSS* dan *JavaScript*. Dimana nantinya akan didapatkan tampilan sistem yang dinamis, menarik dan interaktif.
4. Pengujian (*Testing*)
   Pengujian (*testing*) merupakan tahap untuk mengetahui kualitas dan kelemahan perangkat lunak yang dibuat. Pengujian bertujuan agar sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan keinginan dan kebutuhan, serta menghindari kesalahan (*error*) dalam jalannya sistem dan memungkinkan untuk dilakukannya pengembangan sistem di masa mendatang [10].
   Pada tahapan ini akan dilakukan uji coba program dengan menggunakan metode *Blackbox Testing* guna mengetahui kekurangan dan kelemahan dari aplikasi yang sudah dibuat. Sehingga nantinya bisa dilakukan perbaikan terhadap aplikasi tersebut.
5. Implementasi (*Implementation*)
   Tahap berikutnya adalah tahap implementasi. Pada tahap ini perangkat pendukung yang diperlukan tidak hanya *hardware* (perangkat keras) komputer, tetapi juga dukungan kebijakan dan sebagainya [6].
   Pada tahapan ini aplikasi yang telah lolos pengujian akan dikenalkan dan disebarluaskan kepada masyarakat agar bisa digunakan untuk mempermudah pekerjaan masyarakat khususnya para petani.
6. Pemeliharaan (*Maintenance*)
   Pemeliharaan (*maintenance*) merupakan tahap akhir dari metode *waterfall*. Dimana perangkat lunak yang sudah jadi mampu dijalankan dengan baik serta dilakukan pemeliharaan. Pemeliharaan yang dilakukan adalah memperbaiki kerusakan dan kesalahan (*error*) yang ada [11].
   Pada tahapan ini akan dilakukan pemeliharaan sistem agar terhindar dari kerusakan (*error*), penambahan fitur-fitur baru seiring perkembangan zaman, penambahan pengetahuan, dan lain sebagainya. Sehingga dengan begitu aplikasi yang dibangun mampu berfungsi dalam jangka waktu yang lama.

2.2 Pengumpulan Data

1. Wawancara (*Interview)*
   Pada penelitian ini, wawancara melibatkan salah satu staf Dinas Pertanian Kecamatan Selong yang berada di Kabupaten Lombok Timur yakni bapak Masoan Kodri S.P., yang merupakan pakar ahli pada tanaman cabai. Adapun hasil wawancara yang didapatkan adalah nama penyakit pada tanaman cabai, dan gejala-gejala setiap penyakit pada tanaman cabai. Berikut adalah hasil wawancara yang dilakukan:
   a. Busuk Buah (*Antraknosa*)
      - Tangkai buah mengalami pembusukan atau mengering.
      - Pada buah terdapat bintik kecil berwarna putih dan lama kelamaan menghitam.
      - Pangkal ujung pada buah berwarna coklat kehitaman.

   b. Layu Jamur (*Fusarium*)
      - Daun pada tanaman yang terinfeksi mengalami kelayuan.
      - Warna daun berubah menjadi warna kuning dan menjalar ke ranting.
      - Batang berubah warna menjadi kecoklatan dan mengalami pembusukan.

c. Layu Bakteri (*Ralstonia*)
- Daun pada tanaman yang terinfeksi mengalami kelayuan.
- Batang berubah warna menjadi kecoklatan dan mengalami pembusukan.
- Akar berubah warna menjadi kecoklatan.

2. Observasi (*Survey*)

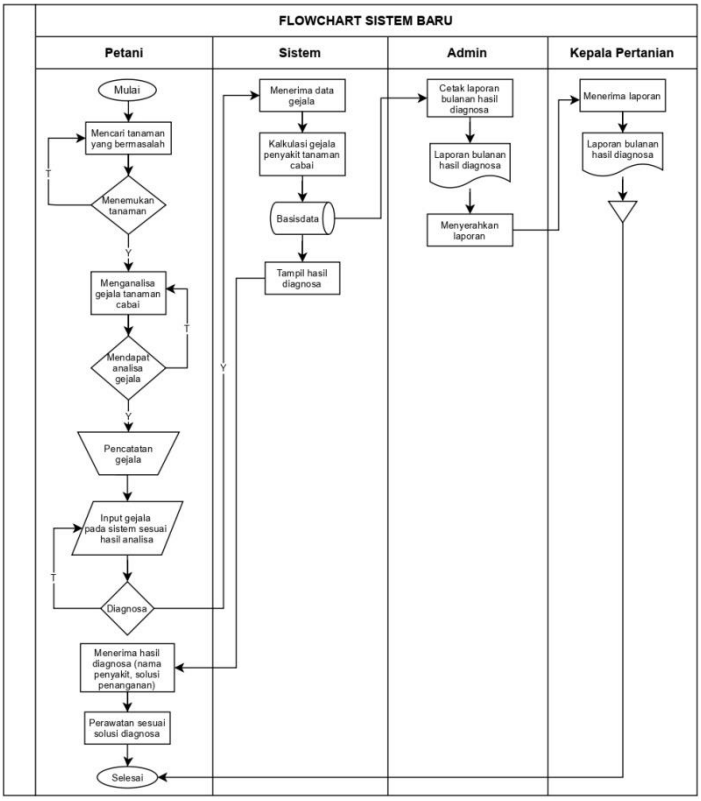
Observasi (*survey*) dilakukan di Desa Denggen Timur, Kecamatan Selong, Kabupaten Lombok Timur. Dimana daerah ini merupakan salah satu daerah dengan mayoritas penduduk bekerja sebagai petani. Proses *survey* dilakukan dengan bantuan salah satu petani yang ada di Desa Denggen Timur yakni Bapak Mujib. Berikut hasil survey yang telah didapatkan:

a. Busuk Buah
- Muncul bercak putih kecil pada buah.
- Buah berubah warna menjadi kuning keriput.
- Buah kering dan terlihat seperti gosong.

b. Bercak Daun
- Warna daun berubah menjadi warna kuning dipenuhi bercak berwarna coklat.
- Daun perlahan mengering dan berlubang.

2.3 Perancangan Sistem

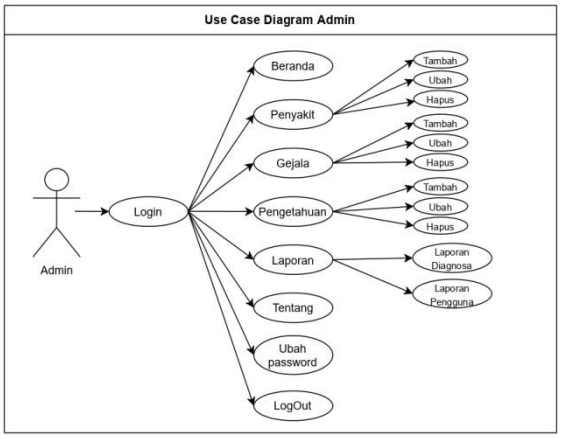
2.3.1 Flowchart Sistem Usulan



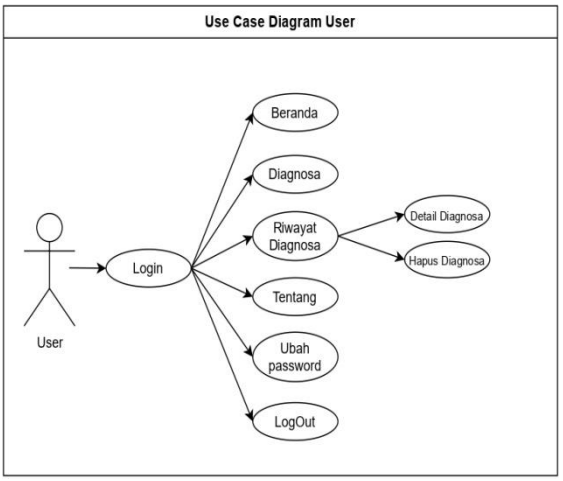
Gambar 1 *Flowchart* Sistem Usulan

2.3.2 Use Case Diagram

Use Case Diagram merupakan suatu proses pemodelan fungsi yang ada pada sistem dalam konteks proses bisnis terhadap aktor yang mengawali dan bagaimana sistem atau perangkat lunak dapat menanggapi dan merespon kondisi tersebut [12].



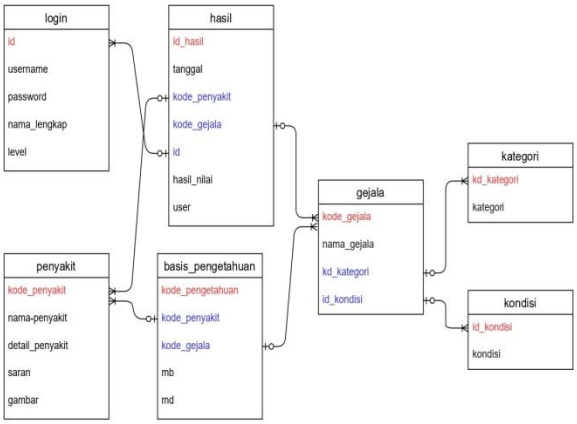
Gambar 3 Use Case Diagram Admin



Gambar 4 Use Case Diagram User

2.3.3 ERD (*Entity Relationship Diagram*)

ERD merupakan suatu pemodelan struktur data yang ada pada database dan memiliki hubungan antar data atau tabel yang ada [13]. Adapun hubungan yang terjadi dalam tabel-tabel database disusun dalam sebuah *Entity Relationship Diagram* (*ERD*) sebagai berikut :

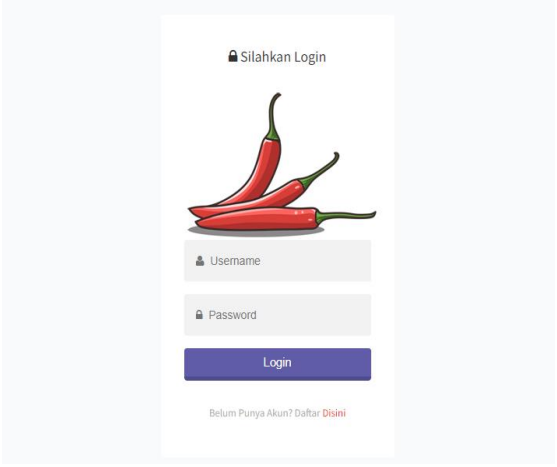


Gambar 5 Entity Relationship Diagram

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tampilan Pengguna (*User Interface*)

a. Halaman *Login*



Gambar 6 Halaman *Login*

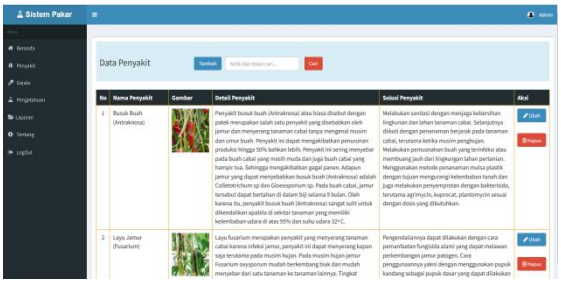
Halaman *login* merupakan halaman yang muncul pertama kali ketika pengguna mengakses aplikasi ini. Pada halaman ini disediakan kolom teks *username* dan p*assword*, dimana pengguna harus mengisi kolom tersebut. Setelah mengisi kolom teks *username* dan *password*, maka selanjutnya pengguna menekan tombol *login* dan sistem akan mem validasi *username* dan *password* tersebut.

b. Halaman Beranda

Gambar 7 Halaman Beranda

Halaman beranda merupakan halaman yang muncul pertamakali setelah admin atau pengguna melakukan login pada aplikasi ini. Halaman beranda admin dan pengguna memiliki tampilan yang sama, yakni ada beberapa gambar dan penjelasan mengenai tanaman cabai. Sedangkan untuk menu pada *sidebar*, admin dan pengguna memiliki hak akses menu yang berbeda. Admin dapat mengakses menu beranda, penyakit, gejala, pengetahuan, laporan, tentang, dan logout. Sedangkan pengguna dapat mengakses menu beranda, diagnosa, riwayat diagnosa, tentang, dan logout.

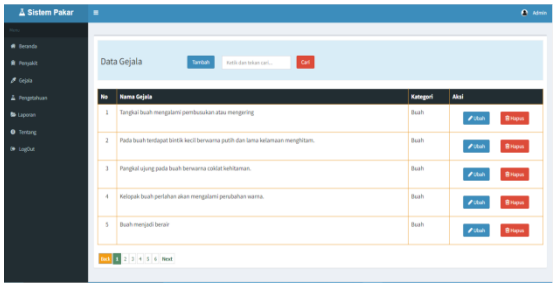
c. Halaman Data Penyakit



Gambar 8 Halaman Data Penyakit

Halaman data penyakit merupakan halaman untuk menampilkan data-data mengenai penyakit yang telah diinputkan sebelumnya. Pada halaman ini, admin dapat menambah data penyakit, mengubah data, dan menghapus data penyakit. Selain itu admin juga dapat mencari data tertentu karena terdapat menu pencarian data pada halaman ini. Untuk data-data penyakit yang telah diinputkan, sistem akan menampilkannya dalam bentuk tabel.

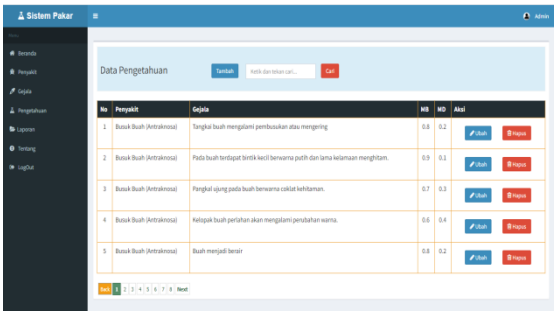
d. Halaman Data Gejala



Gambar 9 Halaman Data Gejala

Halaman data gejala merupakan halaman untuk menampilkan data-data mengenai gejala penyakit yang telah diinputkan. Pada halaman ini, admin dapat menambah data gejala, mengubah data, dan menghapus data gejala penyakit. Selain itu admin juga dapat mencari data tertentu karena terdapat menu pencarian data pada halaman ini. Untuk gejala-gejala penyakit yang telah diinputkan, sistem akan menampilkannya dalam bentuk tabel.

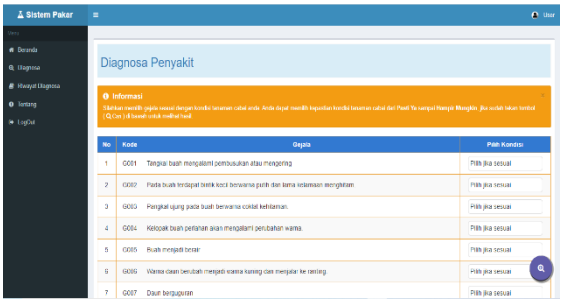
e. Halaman Data Pengetahuan



Gambar 10 Halaman Data Pengetahuan

Halaman data pengetahuan merupakan halaman yang digunakan untuk menampilkan data mengenai pengetahuan yang telah diinputkan. Pada halaman ini, admin dapat menambah data, mengubah data, dan menghapus data pengetahuan. Selain itu admin juga dapat mencari data tertentu karena terdapat menu pencarian data pada halaman ini. Untuk data pengetahuan yang telah diinputkan, sistem akan menampilkannya dalam bentuk tabel.

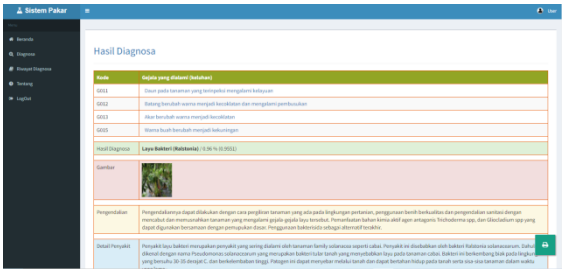
f. Halaman Diagnosa Penyakit



Gambar 11 Halaman Diagnosa Penyakit

Halaman diagnosa penyakit merupakan halaman yang bisa diakses oleh pengguna (bukan admin). Pada halaman ini sistem menampilkan data dalam bentuk tabel yang terdiri dari nomor, kode, gejala, dan pilih kondisi. Untuk melakukan diagnosa penyakit, pengguna harus memilih gejala yang sesuai dan menentukan kondisi keyakinan pengguna. Jika sudah melakukan pemilihan, selanjutnya pengguna menekan tombol cari. Dan nantinya sistem akan menampilkan hasil yang sesuai dengan gejala tanaman cabai yang telah dipilih.

g. Halaman Hasil Diagnosa



Gambar 12 Halaman Hasil Diagnosa

Halaman hasil diagnosa merupakan halaman yang menampilkan hasil diagnosa pengguna secara rinci mulai dari gejala yang telah dipilih, jenis penyakit pada tanaman, cara pengendalian tanaman, dan detail penyakit. Halaman ini akan muncul jika pengguna telah melakukan diagnosa dengan memilih gejala dan kondisi keyakinan terhadap gejala tersebut. Selain itu pada halaman ini pengguna dapat mencetak hasil diagnosa yang telah dilakukan.

3.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan tahap yang dilakukan untuk menyimpulkan hasil yang diperoleh [14], dan memeriksa kesesuaian antara sistem dengan kebutuhan pengguna sesuai dengan skenario atau alur yang telah ditentukan sebelumnya. Pada tahap ini sistem diuji untuk memastikan bahwa pada sistem sudah tidak ada masalah (*error*). Untuk pengujian sistem dilakukan dengan metode *Black-box testing*:

Tabel 1 Pengujian Sistem

No	Kasus	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil
1	Login	Input username, password, dan tekan tombol login	Tampil halaman beranda	Valid [✓]
2	Menu Penyakit	Pilih menu penyakit pada sidebar menu	Tampil halaman data penyakit	Valid [✓]
3	Menu Gejala	Pilih menu gejala pada sidebar menu	Tampil halaman data gejala	Valid [✓]
4	Menu Pengetahuan	Pilih menu pengetahuan pada sidebar menu	Tampil halaman data pengetahuan	Valid [✓]
5	Menu Diagnosa	Pilih menu diagnosa pada sidebar menu	Tampil halaman diagnosa penyakit	Valid [✓]
6	Melakukan Diagnosa	Pilih gejala yang sesuai, pilih kondisi, dan tekan tombol cari untuk mendiagnosa	Tampil halaman hasil diagnosa	Valid [✓]

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

a. Aplikasi sistem pakar diagnosa penyakit pada tanaman cabai ini merupakan aplikasi berbasis website yang dibangun dengan metode *Certainty Factor* untuk mempermudah para petani dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman cabai.
b. Penerapan metode *Certainty Factor* dalam sistem pakar ini memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dan sesuai dengan pengetahuan pakar ahli.
c. Sistem pakar yang dibangun mampu mengidentifikasi 7 penyakit pada tanaman cabai dan hasil perhitungan sesuai dengan hasil perhitungan manual.
d. Menu-menu yang terdapat pada aplikasi sistem pakar telah berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya.

5. REFERENSI

[1] T. Winanto, Y. Retno, W. Utami, and S. H. Fitriasih, "Sistem pakar diagnosa hama dan penyakit tanaman cabai besar menggunakan metode certainty factor," pp. 13–24, 2017.
[2] F. Tarbiyah and A. Rahmah, "PERANGKAT KERAS KOMPUTER (HARDWARE)," *Perangkat Keras Komput.*, no. 0305193138, p. 11, 2020, [Online]. Available: https://osf.io/zs3bm.
[3] A. E. N. Pratiwi, "Chaining (Studi Kasus : Petani Cabai Merah Desa Grobongan Kabupaten Madiun)," vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2018.
[4] S. Sriasih, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pink Eye Pada Hewan Ternak Menggunakan Metode Certainty," *Explore*, vol. 11, no. 1, p. 70, 2021, doi: 10.35200/explore.v11i1.491.
[5] A. Sucipto, Y. Fernando, R. I. Borman, and N. Mahmuda, "Penerapan Metode Certainty Factor Pada Diagnosa Penyakit Saraf Tulang Belakang," *J. Ilm. FIFO*, vol. 10, no. 2, p. 18, 2019, doi: 10.22441/fifo.2018.v10i2.002.
[6] W. Gunawan and B. S. P. Diwiryo, "Implementasi Algoritma Fuzzy C-Means Clustering Sistem Crowdfunding pada Sektor Industri Kreatif Berbasis Web," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 6, no. 2, p. 193, 2020, doi: 10.26418/jp.v6i2.38018.
[7] M. Tabrani and E. Pudjiarti, "1 , 2 1," vol. 1, no. 2, pp. 30–40, 2017.
[8] Y. Handrianto and B. Sanjaya, "Model Waterfall Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Pemesanan Produk Dan Outlet Berbasis Web," no. September, pp. 153–161, 2020.
[9] D. S. Purnia, A. Rifai, and S. Rahmatullah, "Penerapan Metode Waterfall dalam Perancangan Sistem Informasi Aplikasi Bantuan Sosial Berbasis Android," pp. 1–7, 2019.
[10] M. Muslih S.T, D. Destiani, and A. Damayanti, "IMPLEMENTASI METODE WATERFALL DALAM PEMBANGUNAN SISTEM INFORMASI KLINIK TIARA BUNDA BERBASIS WEB SERVICE."
[11] A. A. Wahid, "Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi," no. October, 2020.
[12] A. Subki, B. Imran, and S. Erniwati, "Pengembangan Sistem Informasi Geografis Berbasis Android Pada Wisata Daerah Lombok , Nusa Tenggara Barat Revolusi era industri 4 . 0 merupakan awal dari perubahan dunia yang sangat di pesat bidang perkembangannya khususnya wisata yang potensial seperti wi," vol. 4, no. 2, pp. 259–269, 2021.
[13] Zaeniah, "Analisa Dan Perancangan Sistem Informasi Inventaris Barang Pada Pt. Akbar Sinar Abadi," *Explore*, vol. 10, no. 2, p. 1, 2020, doi: 10.35200/explore.v10i2.403.
[14] B. Imran, Hambali, and L. D. Bakti, "Implementation of Machine Learning Model for Pneumonia Classification Based on X-Ray Images," *J. Mantik*, vol. 5, no. 3, pp. 2101–2107, 2021.