

Optimalisasi Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Kulit Sapi Lokal dengan Pendekatan *Certainty Factor*

Anggi Febriyanti¹, Ferly Ardhy^{2,*}, Tahta Herdian Andika³, Dwi Yana Ayu Andini⁴

^{1, 2, 3, 4} Teknik Informatika, Fakultas Teknologi dan Informatika, Universitas Aisyah Pringsewu, Indonesia
Email: ¹anggifebriyanti792@gmail.com, ^{2,*}ferly@aisyahuniversity.ac.id, ³tahta.herdian.a@gmail.com,
⁴dwiyana@aisyahuniversity.ac.id
^{*)} Email Penulis Utama

Abstrak– Salah satu masalah kesehatan yang paling umum pada sapi lokal adalah penyakit kulit, yang dapat mengurangi nilai ekonomi dan produktivitas ternak. Kondisi ini memerlukan deteksi dini agar peternak dapat menangani dengan benar. Studi ini bertujuan untuk membangun dan merancang sistem pakar berbasis web yang dapat membantu diagnosis penyakit kulit pada sapi lokal secara cepat, efektif, dan akurat. Metode *Certainty Factor* (CF) digunakan untuk menentukan tingkat keyakinan terhadap hasil diagnosis yang dibuat sistem berdasarkan gejala pengguna. Pendekatan *Extreme Programming* (XP) digunakan dalam pengembangan sistem berbasis web. Pendekatan ini terdiri dari fase komunikasi, perencanaan cepat, perancangan model, pengembangan, penyampaian, dan evaluasi melalui umpan balik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pakar yang dikembangkan mampu mendiagnosis penyakit *Scabies* (P001) dengan nilai *Certainty Factor* tertinggi sebesar 0.731, yang menunjukkan tingkat kepastian diagnosis sebesar 73,1%. Selain itu, tes unit menunjukkan kesesuaian antara diagnosis sistem dan hasil analisis pakar, dan tes black box dengan 35 skenario menunjukkan tingkat keberhasilan aplikasi sebesar 100%.

Kata Kunci: Sistem Pakar, *Certainty Factor*, Penyakit Kulit, Sapi Lokal, Diagnosis Berbasis Web

Abstract– One of the most common health problems in local cattle is skin disease, which can reduce the economic value and productivity of livestock. This condition requires early detection so that farmers can handle it properly. This study aims to build and design a web-based expert system that can help diagnose skin diseases in local cattle quickly, effectively, and accurately. The *Certainty Factor* (CF) method is used to determine the level of confidence in the diagnosis results made by the system based on user symptoms. The *Extreme Programming* (XP) approach is used in the development of the web-based system. This approach consists of communication phases, rapid planning, model design, development, delivery, and evaluation through feedback. The results of the study show that the developed expert system is able to diagnose *Scabies* (P001) with the highest *Certainty Factor* value of 0.731, which indicates a diagnostic certainty level of 73.1%. In addition, unit tests show agreement between the system's diagnosis and the expert analysis results, and black box tests with 35 scenarios show a 100% application success rate.

Keywords: Expert System, *Certainty Factor*, Skin Disease, Local Cattle, Web-Based Diagnosis

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan yang merupakan salah satu negara dengan jumlah penduduk terbesar di dunia dan menempati peringkat keempat secara global berdasarkan hasil sensus penduduk tahun 2023 [1]. Pertumbuhan jumlah penduduk yang terus meningkat membawa konsekuensi langsung terhadap peningkatan kebutuhan pangan nasional, terutama kebutuhan akan sumber protein hewani yang berkualitas. Protein hewani memiliki peran penting dalam upaya meningkatkan pertumbuhan, meningkatkan daya tahan tubuh, serta menjaga kesehatan masyarakat secara umum. Oleh karena itu, sektor peternakan menjadi salah satu sektor strategis dalam mendukung ketahanan pangan dalam negeri, khususnya dalam penyediaan daging dan produk turunan lainnya.

Sapi adalah salah satu komoditas ternak yang paling penting untuk memenuhi kebutuhan protein hewani karena tidak hanya berfungsi sebagai sumber utama daging, tetapi juga sangat menguntungkan sebagai penghasil bibit, susu, dan produk turunan lainnya seperti pupuk organik dan kulit [2]. Peran penting sapi ini menjadikannya sebagai aset berharga bagi masyarakat, terutama bagi peternak di wilayah pedesaan yang menggantungkan sumber penghasilan utamanya dari sektor peternakan [3]. Dengan demikian, keberlanjutan dan produktivitas ternak sapi sangat dipengaruhi oleh kondisi kesehatan ternak itu sendiri. Menjaga kesehatan sapi menjadi faktor krusial dalam meningkatkan kualitas produksi serta nilai ekonomi ternak [4].

Namun demikian, dalam praktik di lapangan, peternak sering menghadapi berbagai permasalahan kesehatan ternak yang dapat menghambat produktivitas. Salah satu permasalahan yang cukup umum terjadi adalah penyakit kulit pada sapi. Penyakit kulit pada sapi dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti infeksi parasit, bakteri, jamur, maupun kondisi lingkungan yang tidak *higienis*. Penyakit ini sering kali ditandai dengan gejala seperti gatal, iritasi, kerontokan rambut, munculnya lesi atau benjolan, hingga penurunan kondisi fisik ternak. Jika tidak ditangani dengan baik, penyakit kulit dapat menyebabkan penurunan produktivitas, penurunan kualitas daging, bahkan kematian ternak.

Permasalahan yang lebih kompleks muncul karena sebagian besar peternak masih memiliki keterbatasan dalam pengetahuan dan pemahaman terkait jenis penyakit kulit pada sapi serta cara penanganannya [5]. Kurangnya akses terhadap informasi dan edukasi menyebabkan peternak sering kali melakukan penanganan yang kurang tepat, bahkan cenderung bersifat *trial and error*. Hal ini tentu berdampak pada meningkatnya risiko kerugian ekonomi yang dialami peternak [6]. Selain itu, keterbatasan akses terhadap tenaga medis atau dokter hewan, khususnya di daerah pedesaan, menjadi kendala utama dalam proses diagnosis dan pengobatan penyakit ternak. Biaya layanan kesehatan hewan yang relatif tinggi juga menjadi faktor penghambat bagi peternak untuk mendapatkan penanganan yang optimal.

Sebaliknya, sebagian peternak sapi sering menganggap penyakit kulit pada sapi sebagai masalah yang tidak terlalu serius. Meskipun demikian, efeknya dapat sangat besar, terutama jika penyakit berkembang menjadi infeksi yang lebih parah. Jika tidak ditangani segera, penyakit kulit dalam beberapa kasus dapat menyebabkan penurunan berat badan, masalah metabolisme, atau bahkan kematian [7]. Akibatnya, diperlukan suatu solusi yang dapat membantu peternak diagnosis penyakit mereka dengan cepat, tepat, dan mudah tanpa bergantung sepenuhnya pada profesional.

Dengan perkembangan teknologi informasi, khususnya *Artificial Intelligence* (AI), ada peluang besar untuk mengatasi masalah tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah sistem pakar, yang merupakan sistem berbasis komputer yang meniru kemampuan seorang pakar dalam menyelesaikan masalah tertentu. Sistem pakar menggunakan basis pengetahuan dan aturan-aturan yang mereka peroleh dari pakar, sehingga mereka dapat memberikan rekomendasi atau keputusan berdasarkan input yang diberikan oleh pengguna.

Dalam konteks diagnosis penyakit kulit pada sapi, sistem pakar dapat dikembangkan dengan implementasi metode CF, yaitu metode yang diterapkan untuk menangani ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan [7]. Metode ini memungkinkan sistem untuk memberikan tingkat keyakinan terhadap hasil diagnosis berdasarkan kombinasi gejala yang dimasukkan oleh pengguna. Konsep CF pertama kali diperkenalkan dalam sistem pakar MYCIN dan sampai saat ini masih ada yang menggunakan teori diagnosis berbasis kecerdasan buatan karena kemampuannya dalam mengakomodasi ketidakpastian data.

Penggunaan metode CF dalam sistem pakar pendiagnosis penyakit memiliki keunggulan dalam memberikan hasil yang lebih fleksibel dan realistis dibandingkan metode *deterministik*. Hal ini dikarenakan dalam dunia nyata, suatu gejala tidak selalu mengarah secara pasti pada satu jenis penyakit tertentu. Dengan adanya nilai bobot keyakinan, sistem dapat menghitung tingkat probabilitas suatu penyakit berdasarkan gejala yang muncul, sehingga hasil diagnosis menjadi lebih akurat dan mendekati keputusan seorang pakar [8].

Lebih lanjut, implementasi sistem pakar berbasis web menjadi pilihan yang tepat dalam meningkatkan aksesibilitas bagi pengguna. Sistem berbasis *web* memungkinkan peternak untuk mengakses layanan diagnosis kapan saja dan di mana saja tanpa memerlukan instalasi khusus. Hal ini sangat relevan dengan kondisi peternak di daerah pedesaan yang membutuhkan solusi praktis, efisien, dan mudah digunakan. Dengan adanya sistem ini, peternak dapat melakukan diagnosis awal secara mandiri, memperoleh informasi terkait jenis penyakit, serta mendapatkan rekomendasi penanganan yang sesuai.

Fokus penelitian ini adalah pengembangan sistem pakar berbasis web yang menggunakan metode CF untuk diagnosis penyakit kulit pada sapi lokal. Sistem ini dimaksudkan untuk membantu peternak menemukan penyakit berdasarkan gejala yang ditunjukkan oleh sapi serta memberikan tingkat keyakinan terhadap hasil diagnosis yang dibuat. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem pakar yang menggunakan metode CF dapat menghasilkan diagnosa yang akurat yang berdasarkan analisis pakar.

Dengan penggunaan sistem pakar ini, diharapkan peternak tidak lagi sepenuhnya bergantung pada tenaga ahli dalam melakukan diagnosis awal penyakit ternak. Selain itu, sistem yang dihasilkan ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam proses penanganan penyakit sejak dini, mengurangi risiko kerugian ekonomi, serta meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan peternak. Secara lebih luas, pengembangan sistem ini juga berkontribusi dalam mendukung digitalisasi sektor peternakan di Indonesia serta penerapan teknologi kecerdasan buatan dalam bidang agrikultur.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode *Certainty Factor* (CF)

Dalam penelitian ini, ketidakpastian ditangani dengan penerapan pendekatan CF. Konsep CF pertama kali diperkenalkan oleh Shortliffe dan Buchanan pada tahun 1975 dalam pengembangan sistem pakar MYCIN untuk mengatasi ketidakpastian dalam penilaian pakar. MYCIN adalah sistem pakar yang dirancang untuk mendiagnosis infeksi darah, dengan kemampuan mengenali sekitar 100 penyebab infeksi bakteri. Pendekatan ini menjadi perintis dalam penanganan ketidakpastian dalam sistem pakar dan memberikan dampak yang signifikan dalam perkembangan teknologi sistem pakar. Metode CF adalah sebuah model yang bisa digunakan untuk mengelola data ketidakpastian dalam sistem berbasis aturan [9]. CF dinyatakan dalam rumus berikut :

$$CF[H.E] = MB[H.E] - MD[H.E].....(2.1)$$

Keterangan :

- CF = Faktor kepastian dari hipotesa H yang dipengaruhi gejala E.
- MB = *Measure of Belief* (tingkat kepercayaan), merupakan ukuran kenaikan kepercayaan hipotesa H dipengaruhi oleh gejala E.
- MD = *Measure of Disbelief* (tingkat ketidakpercayaan), merupakan kenaikan ketidakpercayaan hipotesa H terhadap gejala E.
- H = Hipotesa
- E = *Evidence* (Peristiwa/Fakta)

Jika terdapat berbagai gejala yang muncul, maka penyelesaian untuk CF bisa dilakukan menggunakan persamaan (2) berikut :

$$Cfcombine = CF1 + CF2 * (1 - CF1).....(2.2)$$

Keterangan :

- CF1 = Nilai kepastian gejala awal sebelumnya
- CF2 = Nilai kepastian gejala berikutnya, CF1 dan CF2
- CF = Penyakit dari kombinasi gejala CF1 dan CF2

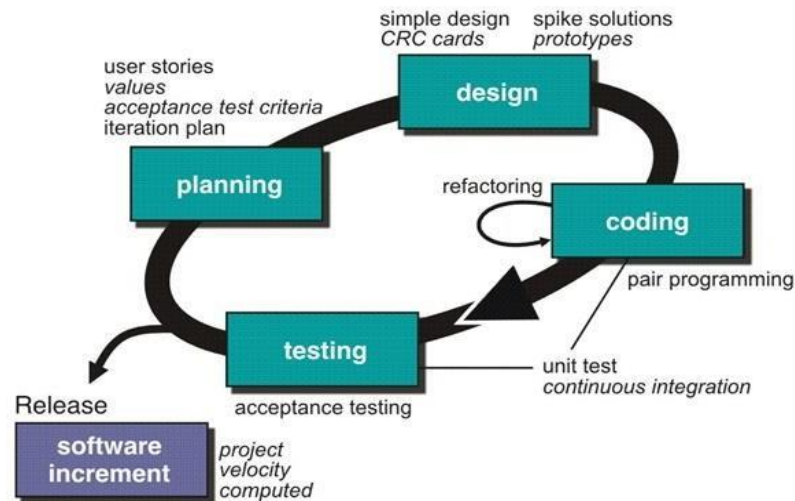
Nilai CF keyakinan dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Nilai CF Keyakinan

Keterangan	Bobot
Tidak Yakin	0
Tidak Tahu	0,2
Sedikit Yakin	0,4
Cukup Yakin	0,6
Yakin	0,8
Sangat Yakin	1

2.2 Extreme Programming

Extreme Programming (XP) adalah model pengembangan perangkat lunak yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas perangkat lunak dan menanggapi perubahan kebutuhan pengguna[10]. Jenis teori ini dirancang untuk meningkatkan segala produktivitas dan mengintegrasikan evaluasi bisnis terhadap kebutuhan baru sistem [11]. Tahapan-tahapan dalam XP meliputi perencanaan untuk memahami kebutuhan pengguna dan merencanakan pengembangan, perancangan yang mencakup pembuatan *prototype* dan desain tampilan, *coding* yang melibatkan pengkodean dan itegrasi, serta pengujian sebagai tahap terakhir [12].



Gambar 1. Extreme Programming

Metode *Extreme Programming* (XP) melibatkan beberapa tahapan yaitu:

1. Perencanaan (*Planning*)
2. Pada tahap awal dilakukan wawancara untuk menggali kebutuhan sistem, sehingga pengguna memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai alur, fitur, desain, dan hasil yang diharapkan dari sistem
3. Perancangan (*Design*)
Dalam tahap perancangan, dilakukan pembuatan model sistem berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan.
4. Pengkodean (*Coding*)
Desain koding akan diterapkan ke dalam bahasa pemrograman tertentu pada tahap pengkodean atau koding.
5. Pengujian (*Testing*)
Metode black box testing, yang bertujuan untuk memverifikasi fungsi sistem melalui pengujian input dan output tanpa meninjau kode program secara langsung, digunakan untuk melakukan tahap pengujian untuk menilai kinerja aplikasi secara keseluruhan.
6. Release (*Software Increment*)
Pada tahap ini, perangkat lunak yang telah dirancang dan diuji melalui beberapa tahapan uji coba tanpa menunjukkan adanya masalah. Perangkat lunak pada tahap ini siap untuk dirilis.

2.3 Implementasi *Certainty Factor*

Berdasarkan hasil dari beberapa sumber literatur serta referensi mengenai gejala penyakit [13], penulis mewawancarai Bapak Masruri untuk memvalidasi dan mendapatkan 24 gejala yang sering timbul akibat dari 6 jenis penyakit. Adapun jenis penyakit dan gejala-gejala tersebut ada pada tabel 2 dan 3 dibawah ini.

Tabel 2. Jenis Penyakit

Kode Penyakit	Nama Penyakit
P001	<i>Scabies</i>
P002	LSD (<i>Lumpy Skin Disease</i>)
P003	<i>Ringworm</i> (Kurap)
P004	<i>Urtikaria</i> (Biduran)
P005	<i>Pityriasis</i> (Ketombe)
P006	Luka Digigit Lalat dan Kutu

Tabel 3. Gejala Penyakit

Kode Gejala	Nama Gejala
G001	Pengerasan Kulit
G002	Kemerahan Pada Kulit
G003	Iritasi Kulit
G004	Gatal
G005	Timbul Rasa Gelisah
G006	Gangguan Tidur
G007	Munculnya Benjolan
G008	Demam
G009	Kehilangan Nafsu Makan
G010	Lesu
G011	Penurunan Produksi Susu
G012	Rambut Rontok
G013	Lesi Berbentuk Cicin Melingkar Berwarna Putih
G014	Nafsu Makan Berkurang
G015	Pernapasan Yang Cepat
G016	Detak Jantung Meningkat
G017	Diare
G018	Perilaku Menggosok Tubuh Pada Benda Keras
G019	Munculnya Sisik Pada Kulit
G020	Rambut Dan Kulit Menjadi Kering
G021	Rambut Tampak Kusam
G022	Rasa Nyeri
G023	Timbulnya Luka Gesekan
G024	Infeksi Kulit

2.4 Aturan Kaidah (Rule Based)

Berikut aturan-aturan yang telah dibentuk dalam mengidentifikasi penyakit pada kulit sapi lokal yaitu :

Rule 1 **IF** G001, G002, G003, G004, G005, G006 **THEN** P001

Rule 2 **IF** G007, G008, G009, G010, G011 **THEN** P002

Rule 3 **IF** G012, G013, G014 **THEN** P003

Rule 4 **IF** G004, G005, G008, G015, G016, G017, G018 **THEN** P004

Rule 5 **IF** G004, G019, G020, G021 **THEN** P005

Rule 6 **IF** G003, G004, G018, G022, G023, G024 **THEN** P006

2.5 Nilai Certainty Factor

Tabel 4. Nilai Certainty Factor

Kode Penyakit	Kode Gejala	CF Expert	CF User
P001	G001	0,8	0,4
	G002	0,6	0,2

	G003	0,8	0,8
	G004	0,8	0,6
	G005	0,4	0,2
	G006	0,4	0,2
P002	G007	0,8	0,2
	G008	0,6	0,4
	G009	0,6	0,6
	G010	0,4	0,4
	G011	0,6	0,2
P003	G012	0,6	0,2
	G013	0,8	0,4
	G014	0,2	0,6
P004	G004	0,8	0,4
	G005	0,4	0,2
	G008	0,6	0,8
	G015	0,8	0,4
	G016	0,8	0,2
	G017	0,6	0,4
	G018	0,4	0,2
P005	G004	0,8	0,6
	G019	0,8	0,4
	G020	0,6	0,2
	G021	0,6	0,2
P006	G003	0,8	0,8
	G004	0,8	0,4
	G018	0,4	0,2
	G022	1	0,2
	G023	0,6	0,2
	G024	0,4	0,4

2.6 Perhitungan Metode *Certainty Factor* (CF)

Pada fase ini dilakukan perhitungan oleh sistem. Perhitungan dilakukan berdasarkan gejala-gejala yang dipilih oleh *user* [14]. Nilai CF terbesar yang didapatkan merupakan nilai tingkat kepastian yang paling besar [15], lalu digunakan untuk mengetahui jenis penyakit. Untuk mendapatkan nilai $CF[h, e]$ dapat diketahui melalui perhitungan. Sebagai contoh, user memilih gejala G002, G003, G004, dan G010. Maka cara perhitungannya sebagai berikut :

Aturan 1 merupakan penyakit *Scabies* (P001) yang harus memiliki *rules* gejala (G001, G002, G003, G004, G005, G006). User memilih gejala G002, G003, G004, dan G010. Maka perhitungannya sebagai berikut:

Penyakit *Scabies* (P001)

G002-Kemerahan pada kulit

$$CF_{User} = 0.4$$

$$CF_{Expert} = 0.6$$

$$CF[h, e] = CF_{User} * CF_{Expert}$$

$$= 0.4 * 0.6$$

$$= 0.24$$

G003- Iritasi Kulit

$$CF_{User} = 0.4$$

$$CF_{Expert} = 0.8$$

$$\begin{aligned} CF[h, e] &= CF_{User} * CF_{Expert} \\ &= 0.4 * 0.8 \\ &= 0.32 \end{aligned}$$

G004- Gatal

$$CF_{User} = 0.6$$

$$CF_{Expert} = 0.8$$

$$\begin{aligned} CF[h, e] &= CF_{User} * CF_{Expert} \\ &= 0.6 * 0.8 \\ &= 0.48 \end{aligned}$$

Gejala G010 (Lesu) tidak termasuk dalam rule penyakit *Scabies* (P001), sehingga tidak memberikan kontribusi terhadap nilai *Certainty Factor* (CF) pada perhitungan diagnosis penyakit tersebut. Oleh karena itu, nilai CF untuk G010 dianggap 0 dan tidak mempengaruhi hasil akhir perhitungan.

Untuk Menghitung nilai CF gabungan untuk *Scabies* (P001) yaitu :

Gabungan nilai CF untuk gejala pertama dan kedua yaitu:

$$\begin{aligned} Cf_{combine1} &= CF(H,E1)+CF(H,E2)\times(1-CF(H,E1)) \\ &= 0.24 + 0.32 \times (1-0.24) \\ &= 0.24 + 0.32 \times 0.76 \\ &= 0.24 + 0.2432 \\ &= 0.4832 \end{aligned}$$

Gabungan nilai CF untuk gejala sebelumnya dengan gejala ketiga yaitu:

$$\begin{aligned} Cf_{combine2} &= 0.4832 + 0.48 \times (1-0.4832) \\ &= 0.4832 + 0.48 \times 0.5168 \\ &= 0.4832 + 0.248064 \\ &= 0.731264 \end{aligned}$$

Jadi, nilai CF untuk penyakit *Scabies* (P001) adalah 0.731.

Aturan 2 merupakan penyakit Luka digigit Lalat dan Kutu (P006) yang harus memiliki *rules* gejala (G003,G004, G018, G022, G023 dan G024). User memilih gejala G002, G003, G004, dan G010. Maka perhitungannya sebagai berikut:

Penyakit Luka digigit Lalat dan Kutu (P006)

G003- Iritasi Kulit

$$CF_{User} = 0.4$$

$$CF_{Expert} = 0.8$$

$$\begin{aligned} CF[h, e] &= CF_{User} * CF_{Expert} \\ &= 0.4 * 0.8 \\ &= 0.32 \end{aligned}$$

G004- Gatal

$$CF_{User} = 0.6$$

$$CF_{Expert} = 0.8$$

$$\begin{aligned} CF[h, e] &= CF_{User} * CF_{Expert} \\ &= 0.6 * 0.8 \\ &= 0.48 \end{aligned}$$

Untuk Menghitung nilai CF gabungan untuk penyakit Luka digigit Lalat dan Kutu (P006) yaitu:

Gabungan nilai CF untuk gejala pertama dan kedua yaitu:

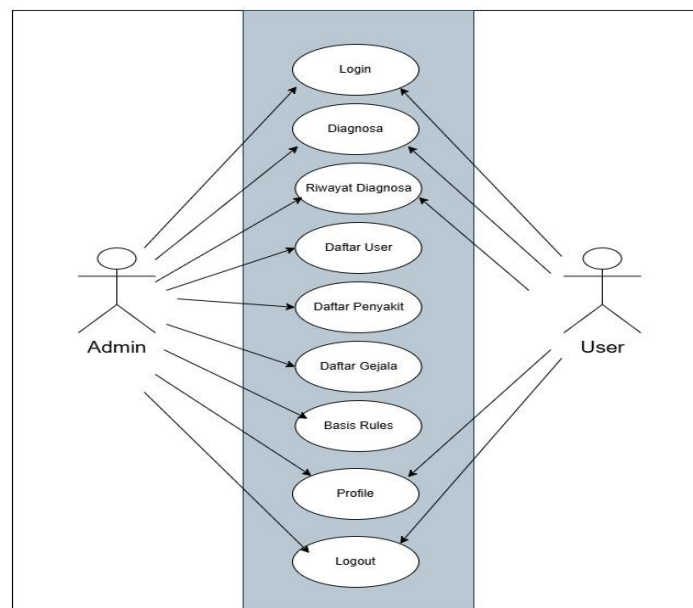
$$\begin{aligned}
 Cf_{combine1} &= CF(H,E1)+CF(H,E2)\times(1-CF(H,E1)) \\
 &= 0.32 + 0.48 \times (1-0.32) \\
 &= 0.32 + 0.48 \times 0.68 \\
 &= 0.32 + 0.3264 \\
 &= 0.6464
 \end{aligned}$$

Jadi, nilai CF untuk penyakit Luka digigit Lalat dan Kutu (P006) adalah 0.6464

Hasil pengolahan data di atas menunjukkan bahwa nilai CF terbesar yaitu 0.731 untuk penyakit *Scabies* (P001). Maka hasil diagnosa menunjukkan penyakit *Scabies* dengan nilai kepastian sebesar 73.1%.

2.7 Implementasi Pengembangan Sistem

Pada fase ini penulis melakukan desain sistem aplikasi yang akan digunakan untuk mendiagnosa penyakit kulit sapi lokal. Berikut adalah *usecase* [16] diagram yang digunakan :



Gambar 2 Usecase Diagram

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini sasil pengujian menggunakan data uji menunjukkan bahwa sistem pakar mampu melakukan proses diagnosis secara sistematis berdasarkan kombinasi gejala yang dipilih oleh pengguna. Metode *Certainty Factor* (CF) berhasil mengakomodasi ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan dengan memberikan nilai tingkat keyakinan terhadap setiap hipotesis penyakit.

Dari sampel perhitungan yang dilakukan, terlihat bahwa hanya gejala yang sesuai dengan rule penyakit yang berkontribusi terhadap nilai CF. Gejala G010 (Lesu), meskipun dipilih oleh pengguna, tidak mempengaruhi hasil diagnosis karena tidak termasuk dalam basis aturan penyakit *Scabies*. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki mekanisme seleksi berbasis rule yang mampu menyaring informasi relevan sebelum dilakukan proses inferensi.

Nilai CF sebesar 0.731 menunjukkan tingkat keyakinan yang cukup tinggi terhadap diagnosis penyakit *Scabies*. Nilai ini diperoleh dari proses kombinasi bertahap antar gejala, yang mencerminkan bagaimana setiap gejala memberikan kontribusi terhadap peningkatan keyakinan sistem. Semakin banyak gejala yang relevan dan memiliki bobot tinggi, maka nilai CF yang dihasilkan akan semakin besar.

Dari sisi implementasi, sistem yang dikembangkan tidak hanya mampu menghasilkan diagnosis, tetapi juga memberikan transparansi dalam proses perhitungan. Hal ini penting untuk meningkatkan kepercayaan pengguna terhadap sistem, terutama dalam konteks penggunaan oleh peternak yang membutuhkan keputusan cepat dan akurat.

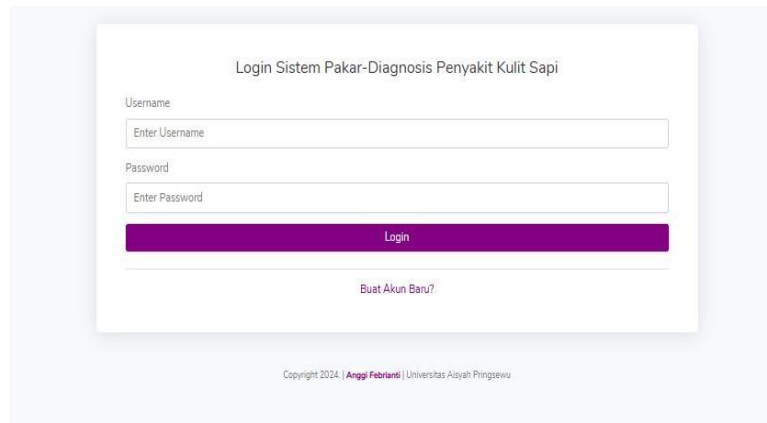
Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa integrasi metode *Certainty Factor* dalam sistem pakar berbasis web ini efektif dalam membantu proses diagnosis penyakit kulit pada sapi lokal. Sistem tidak hanya mampu memberikan hasil diagnosis, tetapi juga menyajikan tingkat keyakinan yang dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan lebih lanjut.

3.1 Hasil

Bagian ini menampilkan hasil implementasi desain pengembangan sistem ke dalam bahasa pemrograman berbasis *website*. Selanjutnya akan dijelaskan mengenai antarmuka program dan analisis dari Implementasi Metode CF dalam Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Kulit Pada Sapi Lokal Berbasis Web.

a. Halaman *Login*

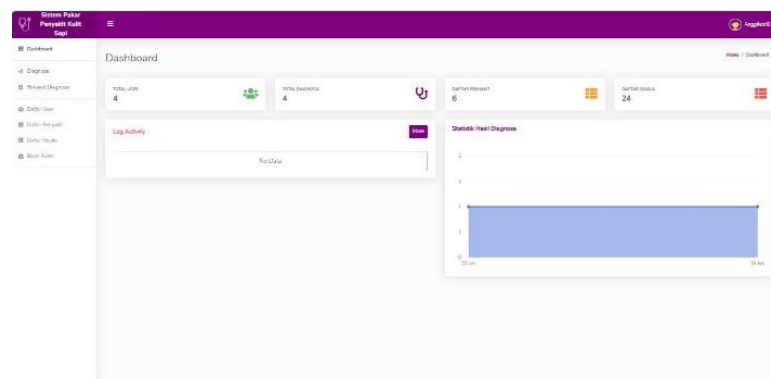
Tampilan halaman *login* admin , dimana admin atau pengguna harus menginputkan *username* dan *password* agar dapat masuk ke sistem.



Gambar 3. Menu *Login*

b. Halaman *Dashboard*

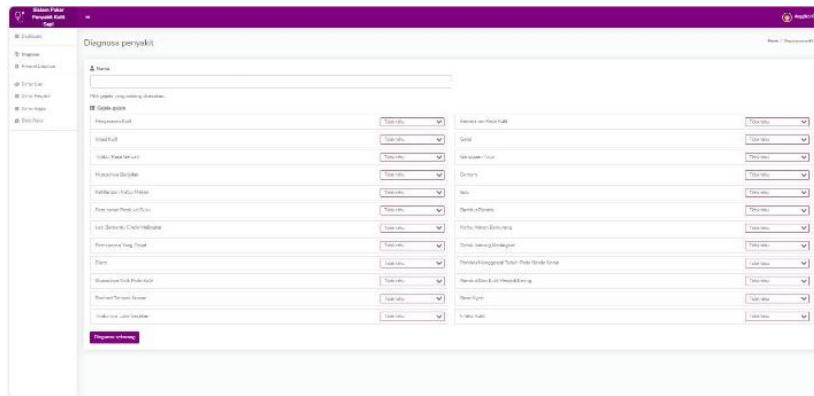
Tampilan beranda yang dapat diakses oleh admin atau seorang pakar.



Gambar 4. Halaman Menu *Dashboard*

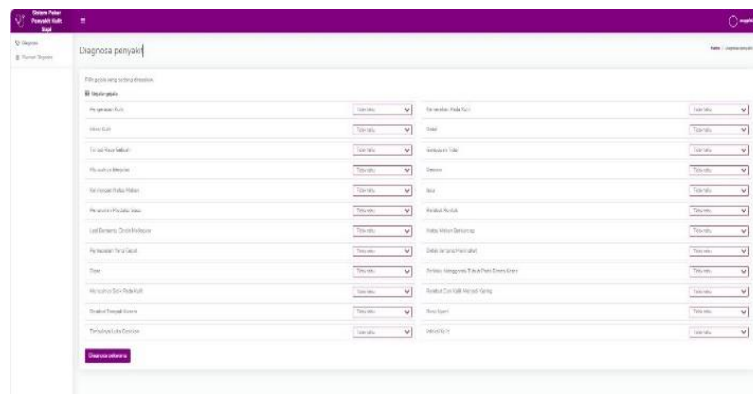
c. Halaman Menu *Diagnosa Admin*

Tampilan halaman untuk melakukan diagnosa melalui admin. Dimana admin dapat menginputkan nama dan memilih gejala yang dialami pada kulit sapi.



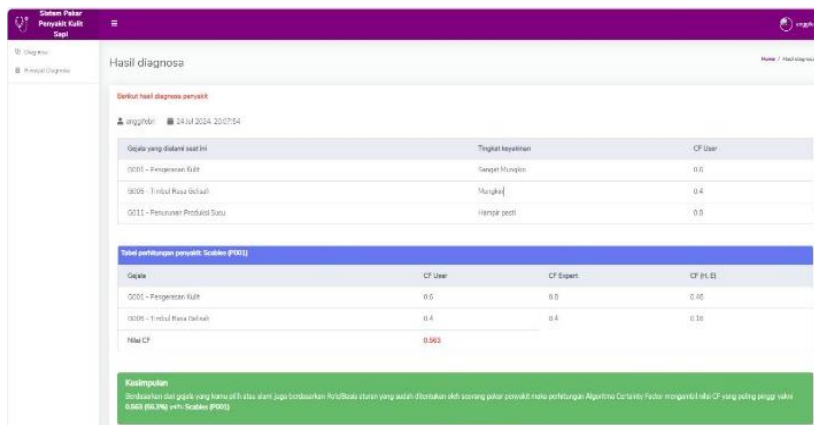
Gambar 5. Menu Diagnosa Admin

- d. Halaman Diagnosa *User*
 Halaman untuk melakukan diagnosa yang dilakukan oleh *user*. Dimana *user* dapat memilih gejala yang dialami pada kulit sapi



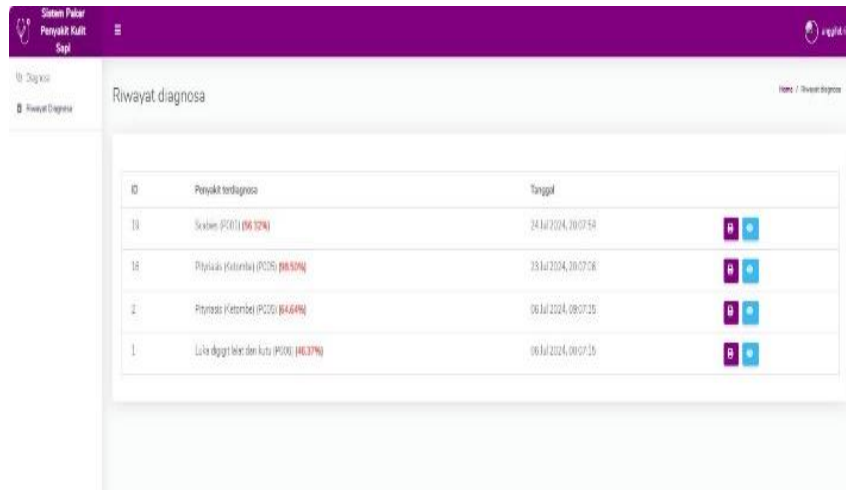
Gambar 6. Halaman Diagnosa *User*

- e. Halaman Hasil Diagnosa *User*
 Tampilan halaman hasil diagnosa dari hasil input gejala-gejala sebelumnya. Dimana terdapat hasil perhitungan menggunakan metode CF dan kesimpulan penyakit yang di diagnosa pada kulit sapi.



Gambar 7. Halaman Hasil Diagnosa *User*

- f. Halaman Riwayat Diagnosa *User*
 Tampilan riwayat diagnosa. Dimana *user* dapat mencetak dan melihat riwayat diagnosa yang telah dilakukan.



Gambar 8. Halaman Riwayat Diagnosa User

3.2 Pengujian Aplikasi

Tahap pengujian aplikasi dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi sistem pakar dapat berjalan sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan. Metode *black box testing* digunakan dalam pengujian ini, yang berfokus pada validasi fungsionalitas sistem berdasarkan input dan output tanpa melihat struktur kode program secara internal. Metode ini dipilih karena memungkinkan untuk mengevaluasi apakah setiap fitur sistem berfungsi dengan baik dalam skenario penggunaan pengguna.

Dalam penelitian ini, proses pengujian melibatkan 10 modul utama sistem, yang mencakup fitur-fitur penting seperti login, pengelolaan data gejala, pengelolaan data penyakit, proses diagnosa, hingga tampilan hasil diagnosa. Dari keseluruhan modul tersebut, disusun 35 skenario pengujian yang dirancang untuk merepresentasikan berbagai kemungkinan interaksi pengguna dengan sistem. Setiap skenario diuji untuk memastikan bahwa sistem mampu memberikan respon yang sesuai terhadap input yang diberikan.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, seluruh skenario yang diuji menunjukkan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan. Dari total 35 skenario pengujian, seluruhnya dinyatakan berhasil tanpa ditemukan kesalahan atau kegagalan fungsi. Dengan demikian, persentase keberhasilan sistem dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Persentase Keberhasilan} = \frac{35}{35} \times 100\% = 100\%$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem pakar yang dikembangkan memiliki tingkat keberhasilan fungsional sebesar 100%, yang mengindikasikan bahwa seluruh fitur dalam aplikasi telah berjalan sesuai dengan perancangan sistem (Tabel 5). Tingginya tingkat keberhasilan ini juga menunjukkan bahwa sistem memiliki stabilitas dan reliabilitas yang baik dalam mendukung proses diagnosis penyakit kulit pada sapi.

Selain itu, hasil pengujian ini memperkuat bahwa implementasi metode CF serta integrasi antar modul dalam sistem telah berjalan secara optimal. Dengan tidak ditemukannya *error* selama pengujian, sistem dapat dinyatakan layak untuk digunakan sebagai alat bantu diagnosis oleh pengguna, khususnya peternak. Oleh karena itu, aplikasi ini memiliki potensi yang besar untuk diimplementasikan secara nyata dalam membantu meningkatkan efisiensi dan ketepatan dalam proses identifikasi penyakit kulit pada sapi di lapangan. Berikut adalah hasil pengujian fungsional menggunakan *Black Box Testing*.

Tabel 5. Fungsional Sistem (*Black Box Testing*)

No Modul Sistem	Pola Pengujian	Input	Output yang Diharapkan	Hasil	Keterangan
1 Login	Login dengan data valid	Username & Password benar	Berhasil masuk ke dashboard	Berjalan baik	Oke

No Modul Sistem	Pola Pengujian	Input	Output yang Diharapkan	Hasil	Keterangan
2	<i>Login</i>	<i>Login</i> dengan data tidak <i>valid</i>	<i>Username/Password</i> salah	Pesan <i>error login</i>	Berjalan baik Oke
3	<i>Dashboard</i>	Menampilkan halaman utama	-	<i>Dashboard</i> tampil	Berjalan baik Oke
4	Data Gejala	Menampilkan data gejala	-	Data gejala tampil	Berjalan baik Oke
5	Data Gejala	Menambah data gejala	<i>Input</i> data gejala	Data tersimpan	Berjalan baik Oke
6	Data Gejala	Mengedit data gejala	<i>Update</i> data	Data berhasil diperbarui	Berjalan baik Oke
7	Data Gejala	Menghapus data gejala	Pilih data	Data terhapus	Berjalan baik Oke
8	Data Penyakit	Menampilkan data penyakit	-	Data penyakit tampil	Berjalan baik Oke
9	Data Penyakit	Menambah data penyakit	<i>Input</i> data	Data tersimpan	Berjalan baik Oke
10	Data Penyakit	Mengedit data penyakit	<i>Update</i> data	Data berhasil diperbarui	Berjalan baik Oke
11	Data Penyakit	Menghapus data penyakit	Pilih data	Data terhapus	Berjalan baik Oke
12	Data Rule	Menampilkan aturan (<i>rule</i>)	-	Data <i>rule</i> tampil	Berjalan baik Oke
13	Data Rule	Menambah <i>rule</i>	<i>Input rule</i>	<i>Rule</i> tersimpan	Berjalan baik Oke
14	Data Rule	Mengedit <i>rule</i>	<i>Update rule</i>	<i>Rule</i> diperbarui	Berjalan baik Oke
15	Data Rule	Menghapus <i>rule</i>	Pilih <i>rule</i>	<i>Rule</i> terhapus	Berjalan baik Oke
16	Diagnosa	Menampilkan halaman diagnosa	-	Halaman diagnosa tampil	Berjalan baik Oke
17	Diagnosa	Memilih gejala	Pilih beberapa gejala	Gejala tersimpan	Berjalan baik Oke
18	Diagnosa	Proses perhitungan CF	Input gejala	Nilai CF dihitung	Berjalan baik Oke
19	Diagnosa	Menampilkan hasil diagnosa	Input gejala	Penyakit + nilai CF tampil	Berjalan baik Oke
20	Diagnosa	Diagnosa tanpa input gejala	Tidak ada input	Pesan peringatan	Berjalan baik Oke
21	Hasil Diagnosa	Menampilkan hasil diagnosa user	Data hasil	Data hasil tampil	Berjalan baik Oke
22	Hasil Diagnosa	Menampilkan nilai CF	Data CF	Nilai CF tampil	Berjalan baik Oke
23	Hasil Diagnosa	Menampilkan kesimpulan penyakit	Data hasil	Kesimpulan tampil	Berjalan baik Oke
24	<i>User Management</i>	Menampilkan data <i>user</i>	-	Data <i>user</i> tampil	Berjalan baik Oke
25	<i>User Management</i>	Menambah <i>user</i>	<i>Input user</i>	User tersimpan	Berjalan baik Oke
26	<i>User Management</i>	Mengedit <i>user</i>	<i>Update user</i>	Data diperbarui	Berjalan baik Oke

No Modul Sistem	Pola Pengujian	Input	Output yang Diharapkan	Hasil	Keterangan
27	<i>User Management</i>	Menghapus <i>user</i>	Pilih <i>user</i>	User terhapus	Berjalan baik Oke
28	<i>Logout</i>	<i>Logout</i> dari sistem	Klik <i>logout</i>	Kembali ke halaman <i>login</i>	Berjalan baik Oke
29	Validasi <i>Input</i>	<i>Input</i> kosong pada <i>form</i>	Kosong	Pesan validasi	Berjalan baik Oke
30	Validasi <i>Input</i>	Input tidak sesuai format	Data salah	Pesan <i>error</i>	Berjalan baik Oke
31	Navigasi Sistem	Perpindahan antar halaman	Klik menu	Halaman sesuai tampil	Berjalan baik Oke
32	Keamanan	Akses tanpa <i>login</i>	Akses langsung URL	Dialihkan ke <i>login</i>	Berjalan baik Oke
33	Performa Sistem	Respon sistem saat proses diagnosa	<i>Input</i> gejala	Respon cepat	Berjalan baik Oke
34	Integrasi CF	Kombinasi beberapa gejala	Multi input	CF terhitung dengan benar	Berjalan baik Oke
35	Konsistensi Sistem	Pengujian berulang	Input sama	<i>Output</i> konsisten	Berjalan baik Oke

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pakar berbasis web yang dikembangkan dengan menggunakan metode *Certainty Factor* (CF) mampu membantu proses diagnosis penyakit kulit pada sapi lokal secara efektif dan sistematis. Sistem ini memanfaatkan basis pengetahuan berupa gejala dan aturan (rule) yang diperoleh dari pakar, sehingga mampu menghasilkan keputusan diagnosis yang mendekati penalaran seorang ahli.

Hasil implementasi dan pengujian sistem menunjukkan bahwa metode *Certainty Factor* mampu menangani ketidakpastian dalam proses diagnosis dengan baik. Hal ini dibuktikan melalui sampel perhitungan pada data uji yang dijelaskan pada Bab Hasil dan Pembahasan, di mana kombinasi gejala G002, G003, dan G004 menghasilkan nilai *Certainty Factor* sebesar 0,731 atau 73,1% untuk diagnosis penyakit Scabies (P001). Nilai tersebut menunjukkan tingkat keyakinan sistem terhadap diagnosis berdasarkan gejala yang dipilih oleh pengguna.

Selain itu, hasil pengujian fungsional menggunakan metode black box testing terhadap 35 skenario menunjukkan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan dengan baik dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem memiliki tingkat keandalan dan stabilitas yang tinggi serta layak digunakan sebagai alat bantu diagnosis oleh pengguna.

Secara keseluruhan, sistem pakar yang dikembangkan tidak hanya mampu memberikan hasil diagnosis, tetapi juga menyajikan nilai tingkat keyakinan yang dapat membantu pengguna dalam memahami kemungkinan penyakit yang dialami ternak. Dengan demikian, sistem ini berpotensi untuk meningkatkan efisiensi dalam proses diagnosis awal, mengurangi ketergantungan terhadap tenaga ahli, serta mendukung penerapan teknologi kecerdasan buatan dalam bidang peternakan.

Namun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, di antaranya jumlah jenis penyakit yang masih terbatas serta ketergantungan pada basis pengetahuan yang digunakan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan sistem dengan cakupan penyakit yang lebih luas serta mengintegrasikan metode kecerdasan buatan lainnya untuk meningkatkan akurasi dan adaptivitas sistem.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada seluruh tim yang terlibat dalam penelitian, sehingga penelitian ini dapat selesai dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Seroan, A. Husin, W. Tunas, G. Songkilawang, and A. Maarial, "Pemodelan Matematika untuk Perkiraan Jumlah

- Penduduk Kabupaten Minahasa pada Tahun 2026 dan 2027 Menggunakan Model Logistik,” *Algoritma. J. Mat. Ilmu Pengetah. Alam, Kebumihan dan Angkasa*, vol. 2, no. 4, 2027, doi: DOI: <https://doi.org/10.62383/algoritma.v2i4.100>.
- [2] S. Andaruisworo, “Kebijakan Pemerintah Dalam Upaya Pengembangan Sapi Lokal (Sapi Bali) Dalam Menunjang Pemenuhan Kebutuhan Protein Hewani Dan Swasembada Daging Government Policy In Efforts To Develop Local Cows (Bali Cows) In Supporting The Fulfillment Of Animal Protein,” in *Sinkerjar*, 2021, pp. 794–823.
- [3] N. Handayani, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Hewan Ternak Sapi Dengan Metode Bayesian Network,” *J. Perenc. Sains Teknol. dan Komput*, vol. 4, no. 1, pp. 359–365, 2021.
- [4] and M. H. Septianda Reza Maulana, Luqman Affandi, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Paru-Paru Menggunakan Metode Case Based Reasoning,” *J. Inform. Polinema*, vol. 9, no. 2, p. . 193–200, 2023, doi: doi: 10.33795/jip.v9i2.1225.
- [5] M. N. Anggraini, R. F. Fahlevie Afidh, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Sapi Menggunakan Metode CBR Dan Algoritma Similarity Sorgenfrei,” *J. Eng. Technol. Innov. (JETI)*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [6] N. Hamidah, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Sapi Menggunakan Metode Dhemster Shafer Berbasis Android,” *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 2, no. 2, pp. 254–261, 2021, [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/informatika>
- [7] and W. W. W. E. Mahendra, S. Andryana, “Penerapan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor untuk Mendiagnosa Penyakit Sapi Perah Berbasis Android,” *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komun.)*, vol. 5, no. 3, pp. 238, 2021, 2021, doi: doi: 10.35870/jtik.v5i3.176.
- [8] M. Sajida, Y. Yuhandri, and G. W. Nurcahyo, “Perancangan Sistem Pakar Dengan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor Untuk Mendeteksi Penyakit Kelinci,” *J. KomtekInfo*, vol. 11, pp. 98–105, 2024, doi: 10.35134/komtekinfo.v11i3.546.
- [9] R. I. Borman, R. Napianto, P. Nurlandari, and Z. Abidin, “Implementasi Certainty Factor Dalam Mengatasi Ketidakpastian Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kuda Laut,” *JURTEKSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2020, doi: 10.33330/jurteksi.v7i1.602.
- [10] F. A. and H. Syahrobi, “Rancang Bangun Aplikasi Pembelajaran Aksara Lampung Berbasis Android,” *J. Inf. dan Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 135–143, 2021, doi: DOI: <https://doi.org/10.35959/jik.v9i2.234>.
- [11] and F. F. F. Ardhy, S. Rahmatullah, “Rancang Bangun Sistem Informasi Pada Program Pembangunan Pemberdayaan Masyarakat Desa (P3md) Berbasis Web Mobile,” *J. Inf. dan Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 08–12, 2020, doi: DOI: <https://doi.org/10.35959/jik.v8i1.166>.
- [12] M. D. S. and A. Wijaya, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Sapi Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto Pada Peternakan Sapi Pohon 99,” *OKTAL J. Ilmu Komput. dan Sains*, vol. 1, no. 6, pp. 800–807, 2022, [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/oktal/article/view/643>
- [13] R. H. and deni ahmad Jakaria, “Sistem pakar diagnosa penyakit sapi dengan metode certainty factor,” *Jumantaka*, vol. 1, no. 1, p. 103, 2020.
- [14] D. Maulina, “Metode Certainty Factor Dalam Penerapan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Anak,” *J. Inf. Syst. Manag.*, vol. 2, no. 1, pp. 23–32, 2020, doi: doi: 10.24076/joism.2020v2i1.171.
- [15] A. A. Alfathanori, “Design Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kucing Menggunakan Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor Berbasis Web,” *melekitjournal*, vol. 1, no. 1, 2023, doi: <https://doi.org/10.30742/melekitjournal.v7i2.164>.
- [16] R. Rinaldi, “Penerapan Unified Modelling Language (Uml) Dalam Analisis Dan Perancangan Aplikasi E-Learning,” *J. SIMTIKA*, vol. 2, no. 1, 2020.