



ANALISIS DIAGNOSIS PENYAKIT IKAN LELE BERBASIS WEBSITE MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING DAN CERTAINTY FACTOR

Sukirman ¹⁾, Fahri El Fazza ²⁾, Nursuci Putri Husain ³⁾

¹ Teknik Informatika, Universitas Islam Makassar

² Teknik Informatika, Universitas Islam Makassar

³ Teknik Informatika, Universitas Islam Makassar

email: ¹ sukirman.dty@uim-makassar.ac.id, ² fahri_elfazza@uim-makassar.ac.id,

³ nursuciputrihusain.dty@uim-makassar.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received : 08 March 2023

Accepted : 11 June 2023

Published : 30 June 2023

Keywords:

Catfish Disease

Website

Forward Chaining

Certainty Factor

IEEE style in citing this article:

Sukirman, "Analisis Diagnosis Penyakit Ikan Lele Berbasis Website Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor", *Jurnal.ilmiah.informatika*, vol. 8, no. 1, pp. 37-53, Jun. 2023.

Corresponding Author:

Sukirman

Universitas Islam Makassar

ABSTRACT

There are several new symptoms and new types of diseases in catfish farming. Through this website, catfish farmers can find out how to prevent and solve catfish diseases. The Expert System Development Life Cycle is the study methodology utilized an expert system with a forward chaining mechanism as a decision, while the certainty factor is a supporter of confidence for the diagnosis of catfish disease. Confidence from experts and users on the type of flatulence with a value of 74% while a little confidence in the type of intestinal rupture and the bacterium *Flexibacter columnaris* with a value of 30%.

1. PENDAHULUAN

Tingkat konsumsi ikan oleh semua orang sangat tinggi, bahkan sebuah penelitian mengklaim bahwa dibandingkan dengan jenis lauk pauk lainnya, ikan memiliki tingkat konsumsi yang paling besar. Budidaya ikan merupakan salah satu dari banyak kemungkinan bisnis dengan prospek yang sangat signifikan [1].

Manusia sering mengonsumsi ikan lele karena rasanya yang lezat. Salah satu hewan yang dipelihara untuk potensi komersial masa depan bagi para petani, khususnya pembudidaya ikan adalah ikan lele. Petani membudidayakan ikan lele sebagai prospek bisnis yang menggiurkan karena pertimbangan bisnis [2].

Langkah pertama dalam menentukan kondisi yang dialami ikan lele adalah diagnosis penyakit. Memperhatikan indikator klinis, yang mencakup fitur yang terlihat dan internal serta perubahan patologis yang dapat dideteksi dengan analisis histologis, diperlukan untuk mendiagnosis infeksi menular pada ikan [3].

Sistem pakar yang menggunakan *forward chaining* adalah merupakan salah satu metode yang digunakan oleh sistem berbasis pengetahuan untuk membuat informasi baru dari informasi yang sudah ada sebelumnya. Dengan menggunakan prosedur penyortiran, pendekatan teknik *forward chaining* pertama-tama menampilkan sekelompok fakta atau data di dunia nyata sebelum mengolah data untuk sampai pada kesimpulan akhir [4].

Untuk mendukung keputusan yang diambil melalui *forward chaining* maka perlu didukung untuk membuat kepastian melalui pendekatan faktor kepastian, karena merupakan cara yang tepat untuk digunakan dalam sistem pakar untuk mengevaluasi kepastian dalam mengidentifikasi suatu penyakit dan jenis

perhitungan ini hanya dapat menangani dua data dalam satu hitungan sehingga kebenaran data tetap terjaga [1].

Penelitian terdahulu tentang otomatisasi pakan ikan lele berbasis website, sehingga dapat meningkatkan produksi pada peternakan ikan lele dengan pemberian makanan secara otomatis serta pemantauan dari jarak jauh [5].

Penelitian lainnya dengan menggunakan metode *certainty factor* tentang studi kasus membahas semua penyakit hipertiroid, sehingga diperoleh bahwa pasien menderita bentuk tertentu dari hipertiroidisme. Makan makanan yang seimbang, sering berolahraga, mengendalikan stres, dan tidak merokok adalah strategi pencegahan lebih lanjut [6].

Sedangkan penelitian tentang sistem yang menggunakan teknik *forward chaining* dan kriteria kepastian, seperti kualitas air, bakteri, dan jamur, untuk mendiagnosis infeksi ikan lele. Untuk memastikan akurasi sistem mencapai 80% dan diagnosis pakar dan diagnosis sistem memberikan temuan yang sama, hingga 30 data harus digunakan. [7].

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, sehingga pada penelitian ini terdapat beberapa gejala baru dan jenis penyakit baru pada ikan lele. Oleh karena itu, melalui website ini maka peternak dapat mengetahui tentang cara mengatasi masalah penyakit pada ikan lele. Sehingga peternak budidaya ikan lele dapat melakukan pencegahan dan solusi terhadap penyakitnya agar jumlah produksi tetap terjaga.

Melalui pembuatan website ini, masalah kekurangan tenaga pakar dapat diselesaikan karena peternak budidaya ikan lele dapat berinteraksi seperti halnya sistem pakar. Pendekatan *forward chaining* digunakan dalam pekerjaan ini sebagai keputusan terhadap penentuan penyakit ikan lele, sedangkan *certainty factor* sebagai

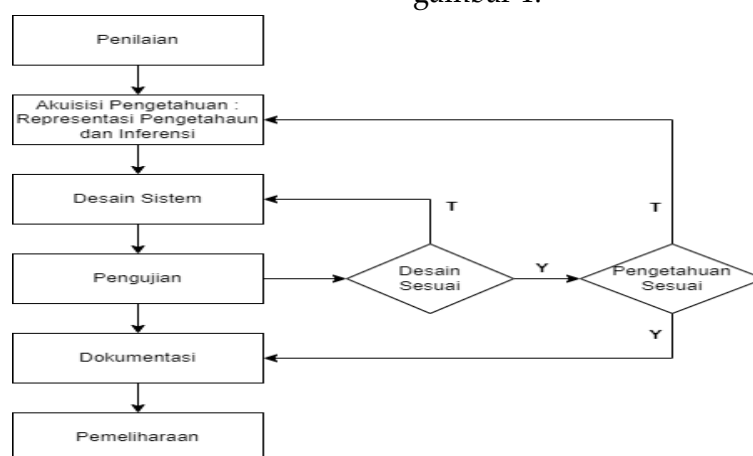
pendukung keyakinan untuk diagnosis penyakit ikan lele.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Pengembangan Sistem

Penelitian ini menggunakan metode *Expert System Development Life Cycle* (ESDLC), sehingga pendekatan tradisional akan digunakan untuk membuat sistem pakar. Metode *forward chaining* adalah

proses inferensi khususnya untuk penelusuran ke depan yang diawali dengan sekumpulan fakta untuk mencari aturan yang secara khusus sesuai dengan dugaan (hipotesis) yang akan mengarah pada suatu kesimpulan yang telah dicapainya. [8]. Proses pengembangan sistem pakar melibatkan langkah-langkah yang harus diselesaikan dengan menggunakan metode ESDLC seperti gambar 1.



Gambar 1. Langkah Pengembangan Sistem Pakar

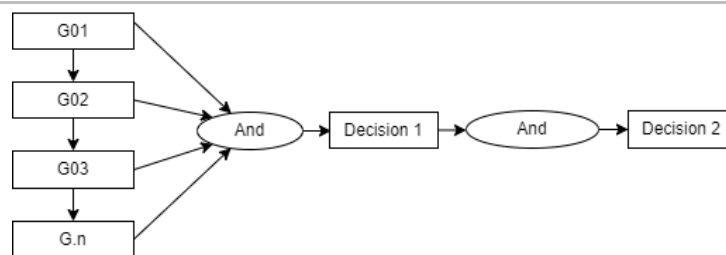
1. Pada langkah ini dilakukan penilaian sebagai berikut:
 - Identifikasi masalah
 - Menjelaskan tujuan dan sistem secara keseluruhan
 - Mengkonfirmasi kompatibilitas sistem pakar dengan masalah tersebut.
2. Memperoleh pengetahuan melalui hal berikut:
 - Mengidentifikasi sumber informasi
 - Mendapatkan informasi tentang topik diskusi
 - Mengkonsultasikan dengan sistem pakar
3. Melakukan tahap pengembangan sistem:
 - Membuat konsep desain
 - Memilih strategi pengembangan
 - Pilih bahasa pengkodean yang akan digunakan

4. Pengujian: dimana fokusnya adalah memodifikasi dan menguji pengetahuan sistem.
5. Dokumentasi: pekerjaan pada tahap ini terdiri dari pembuatan diagram dan kamus yang bermanfaat bagi pengguna.
6. Pemeliharaan adalah melakukan perawatan atau *maintenance* terhadap sistem yang telah dibuat.

2.2 Forward Chaining

a. Inference Forward Chaining

Teknik inferensi *forward chaining* dimulai dengan persepsi pengguna terhadap gejala. Gejala penyakit ikan lele yang satu juga bisa menjadi pertanda adanya penyakit lain. [9]. Kemudian dibentuk suatu aturan berdasarkan gejala dan penyakit tersebut seperti gambar 2.

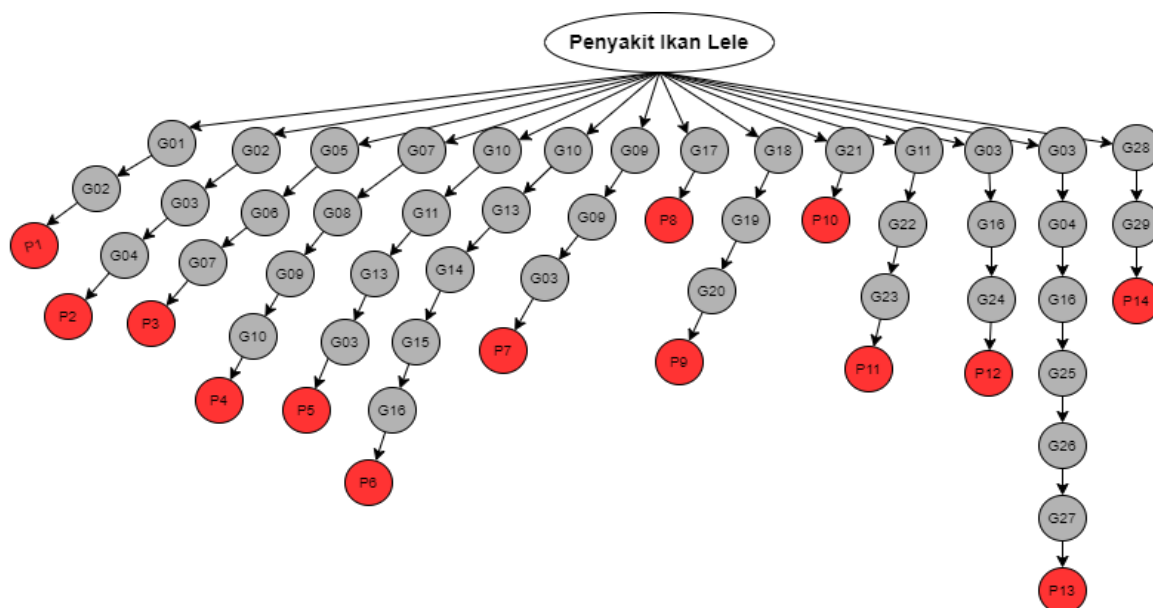


Gambar 2. Inferensi Forward Chaining

b. Pohon Keputusan

Proses memperoleh informasi agar lebih sederhana adalah menjadi aturan atau pedoman. Tujuan pohon keputusan

adalah untuk mengidentifikasi kualitas sehingga dapat menghasilkan aturan dalam proses pengambilan keputusan yang lebih mudah [10] seperti gambar 3.



Gambar 3. Pohon Keputusan

2.3 Certainty Factor

Ketika dihadapkan pada suatu kendala, biasanya untuk menemukan solusi yang tidak cukup pasti, digunakan metode *certainty factor* (CF). Untuk menjelaskan hal ini, *certainty factor* (CF) yang mengungkapkan tingkat kepercayaan ahli dalam masalah yang dihadapi [11]. Perhitungan *certainty factor* untuk hipotesis dihitung sebagai berikut:

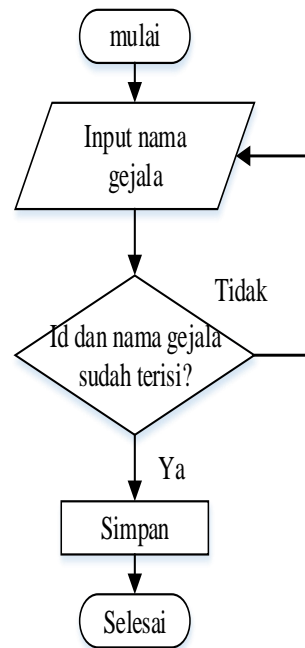
- 1) Menggunakan rumus untuk menentukan nilai CF:
CF pakar * CF user
- 2) Jika beberapa bukti digabungkan untuk menghitung CF dari suhu yang dihipotesiskan dan e1 dan e2 adalah observasi maka:

CF 1 dan CF 2 harus digabungkan menggunakan rumus:
Menggabungkan CF1 dan CF2, sehingga menghasilkan $CF[h1,e1] + CF[h1,e2] * (1 - CF[h1,e2]) = Cfold$

2.4 Flowchart Sistem

a. Flowchart Gejala

User dapat menambahkan atau menginput data gejala baru dengan cara memasukkan nama gejala dan id gejala, namun id gejala akan muncul secara otomatis sehingga user hanya perlu memasukkan nama gejala kemudian menekan tombol simpan seperti gambar 4.

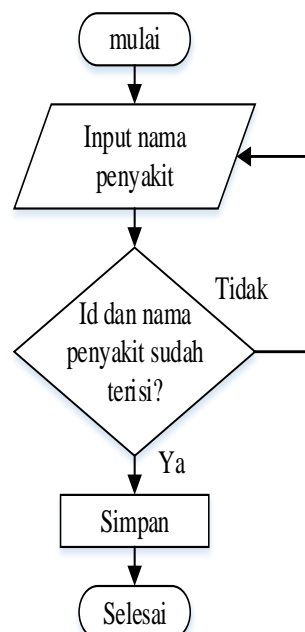


Gambar 4. Flowchart Form Gejala

b. Flowchart Penyakit

User dapat menambahkan atau menginput data penyakit baru dengan cara memasukkan nama penyakit dan id

penyakit, dimana id penyakit akan muncul secara otomatis sehingga user hanya perlu memasukkan nama penyakit kemudian menekan tombol simpan seperti gambar 5.

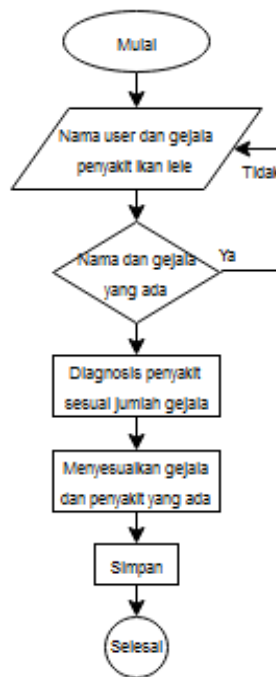


Gambar 5. Flowchart Penyakit

c. Flowchart Konsultasi

User dapat mengidentifikasi penyakit ikan lele dengan cara memilih gejala-gejala. Setelah mengklik tombol diagnosa, sistem akan menampilkan hasil diagnosa

yaitu penyakit ditemukan maupun penyakit tidak ditemukan. Hasil ini berdasarkan pada aturan yang telah ditetapkan dalam sistem seperti gambar 6.

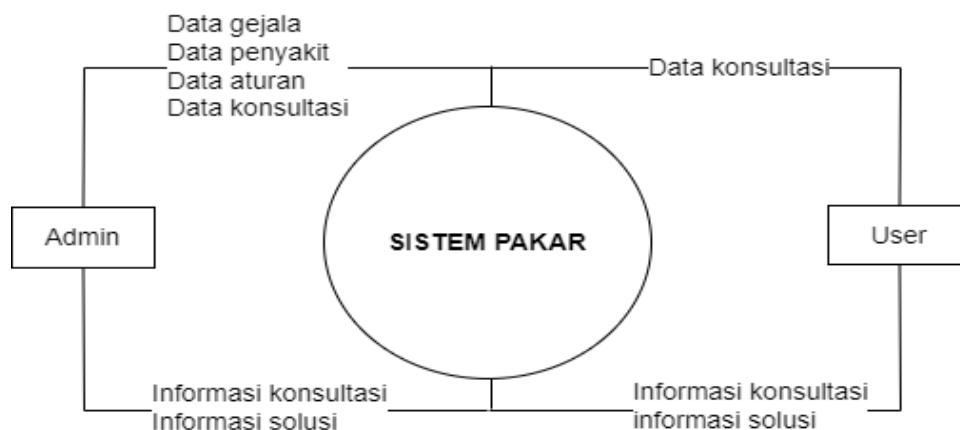


Gambar 6. Flowchart Konsultasi

d. Konteks Diagram

Konteks diagram digunakan dalam aplikasi sistem pakar untuk

mengidentifikasi infeksi pada budidaya ikan lele seperti gambar 7.



Gambar 7. Konteks Diagram

Pada gambar diatas, admin dapat mengolah data gejala, penyakit, aturan dan konsultasi sedangkan user hanya bisa melihat data informasi konsultasi.

ikan lele tersebut. Sistem pakar ini menyediakan beberapa tampilan yaitu: form gejala, penyakit, aturan, konsultasi dan form informasi seperti berikut.

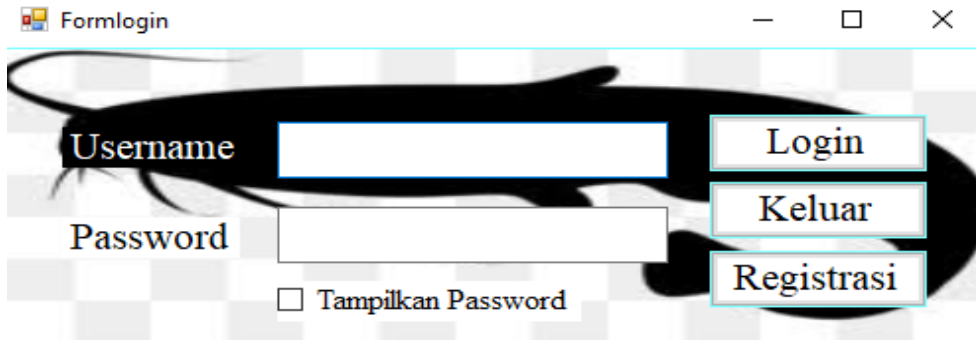
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penerapan Website Sistem Pakar

Dalam tahap penelitian ini, perancangan website dimaksudkan merancang atau mendesain sebuah sistem untuk mendiagnosa penyakit ikan lele berdasarkan gejala fisik yang dialami oleh

a. Halaman Login

Sebelum masuk kedalam program sistem pakar, pengguna diminta login terlebih dahulu. Pada form gambar berikut, pengguna dapat login sebagai admin ataupun sebagai user seperti gambar 8.



Gambar 8. Form Login

b. Halaman Admin

Admin memilih dari berbagai pilihan yang tersedia seperti penyakit, gejala,

aturan, konsultasi, informasi maupun keluar dari halaman utama pada gambar 9.



Gambar 9. Halaman Login Sebagai Admin

c. Halaman User

User memilih dari berbagai pilihan yang tersedia seperti konsultasi maupun

informasi seperti gambar 10.



Gambar 10. Halaman Login Sebagai User

d. Form Gejala

User dapat menginputkan, menambahkan, mengupdate dan menghapus data gejala serta melakukan

pencarian gejala. Saat pengguna menekan atau memilih data maka tombol hapus menjadi aktif seperti gambar 11.

ID Gejala	Nama Gejala
G01	lendirnya berkilau, putih pada permukaan tubuh ikan lele
G02	sering menggosok-gosokkan badannya pada dinding atau casing kolam
G03	ikan terlihat lesu
G04	warna tubuh kusam
G05	perilaku menggubung
G06	pergerakan lambat
G07	luka pada tubuh ikan
G08	terdapat lapisan putih berkilau putih

Gambar 11. Form Gejala

e. Form Penyakit

User dapat menginput, menambah, mengupdate dan menghapus penyakit

yang dialami oleh ikan lele. Saat pengguna menekan atau memilih data maka tombol hapus menjadi aktif seperti gambar 12.

ID Penyakit	Nama Penyakit
P01	benak putih (white spot)
P02	gatal (ichthyosporidiosis)
P03	aeromonas hydrophila
P04	catfish viral disease
P05	channel catfish virus (CCV)
P06	causid kult
P07	elkar putih
P08	mulut merah

Gambar 12. Form Penyakit

f. Form Aturan

Form aturan bertujuan untuk menghubungkan penyakit dengan gejalanya. Penyakit tidak dapat

dimasukkan ke dalam aturan lebih dari satu kali, namun dapat menambah gejala baru yang menghasilkan kondisi seperti gambar 13.

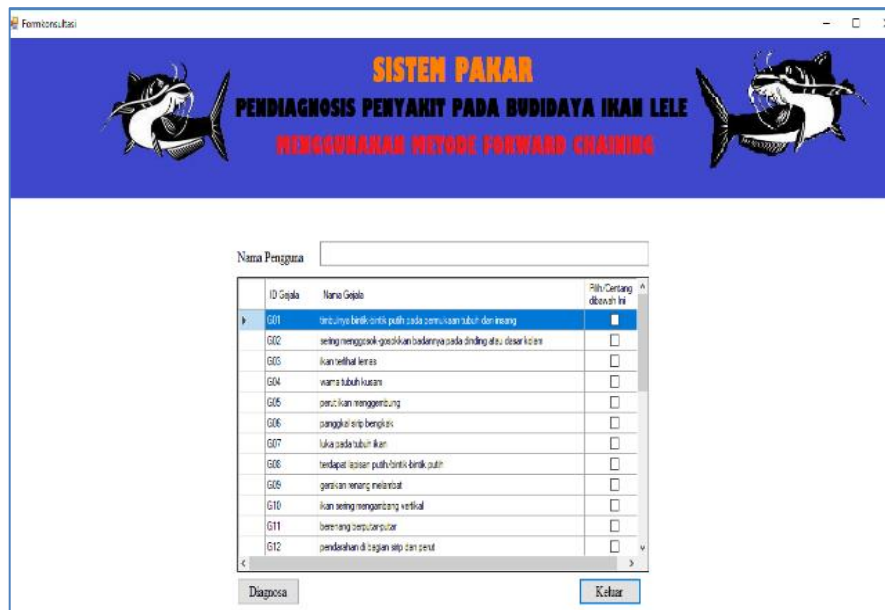


Gambar 13. Form Aturan

g. Form Konsultasi

Form konsultasi dapat memilih gejala yang dialami, saat menekan tombol proses

maka diagnosa akan menunjukkan penyakit yang dialami oleh ikan lele seperti gambar 14.



Gambar 14. Form Konsultasi

Gambar diatas menunjukkan berupa penyakit yang ditemukan dan tidak ditemukan. Hasil diagnosa ditentukan oleh gejala yang dipilih oleh pengguna aplikasi sesuai dengan pedoman yang telah ditetapkan dalam sistem.

h. Form Informasi

Form di bawah memberikan informasi tentang metode pencegahan dan pengendalian penyakit. Pengguna hanya perlu memilih penyakit kemudian mengklik tombol solusi sehingga program akan memproses dan menyajikan informasi tentang pengobatan atau pencegahan penyakit seperti gambar 15.



Gambar 15. Form Informasi

3.2 Faktor Gejala dan Jenis Penyakit Ikan Lele

Basis pengetahuan dari gejala-gejala yang di alami oleh ikan lele seperti tabel 1.

a. Tabel Gejala

Tabel 1. Data Gejala

Kode Gejala	Nama Gejala
G01	Memiliki flek putih di permukaan tubuh dan insangnya
G02	Sering menggosokkan tubuhnya ke kolam atau dinding
G03	Ikan terlihat lemas
G04	Warna tubuh kusam
G05	Perut ikan membengkak
G06	Pangkal sirip bengkak
G07	Luka pada tubuh ikan
G08	Terdapat lapisan putih atau bintik-bintik putih
G09	Gerakan renang melambat
G10	Ikan sering mengambang vertical
G11	Berenang berputar-putar
G12	Pendarahan di bagian sirip dan perut
G13	Memiliki cacar atau borok pada fisiknya
G14	Ikan menjadi ganas
G15	Kulit terkelupas dari bagian kepala hingga ekor
G16	Nafsu makan menurun
G17	Muncul dipermukaan air dengan mulut yang seperti terluka
G18	Gerakan tidak normal
G19	Sering kali tubuh ikan terbalik, bagian perut diatas
G20	Tidak mau makan sama sekali
G21	Pecahnya usus

G22	Bintik-bintik putih sekitar mulut dan sirip
G23	Bintil-bintil pada organ dan ikan yaitu hati
G24	Moncong dan kumis berwarna putih
G25	Sering berkumpul di area masuknya air
G26	Produksi mucus pada insang berlebih sehingga sering meloncat-loncat
G27	Insang pucat dan bengkak, sehingga tutup insang terlihat terbuka
G28	Tubuh ikan bengkak
G29	Tulang kepala retak-retak

b. Tabel Jenis Penyakit

Basis pengetahuan dari jenis penyakit seperti tabel 2.

Tabel 2. Data Jenis Penyakit

Kode Penyakit	Nama Penyakit
P01	Flek putih (<i>white spot</i>)
P02	Gatal (<i>trichomoniasis</i>)
P03	Bakteri (<i>aeromonas hydrophilla</i>)
P04	Bakteri <i>flexibacter columnaris</i> (<i>cotton wall disease</i>)
P05	Virus herpes (<i>channel catfish virus</i>)
P06	Cacar kulit
P07	Ekor putih
P08	Mulut merah
P09	Perut kembung
P10	Pecah usus atau <i>repturedintestine sindrom</i> (RIS)
P11	<i>Tuberculosis</i>
P12	Kumis putih
P13	Cacing insang
P14	Kekurangan vitamin

c. Nilai Bobot *Certainty Factor*

Nilai bobot yang didapatkan adalah untuk mengetahui tingkat keyakinan dari

pilihan pakar dan user terhadap gejala dan jenis penyakit ikan lele seperti tabel 3.

Tabel 3. Nilai Bobot

No	Keterangan	Nilai Bobot
1.	Sangat yakin	1
2.	Yakin	0.8
3.	Cukup yakin	0.6
4.	Sedikit yakin	0.4
5.	Tidak yakin	0.2
6.	Tidak	0

d. Menentukan Nilai Bobot *Certainty Factor*

Berikut adalah proses memperoleh nilai bobot *certainty factor* (CF) dengan menggabungkan tabel gejala dengan jenis penyakit diatas, sehingga diperoleh nilai pakar dan nilai user seperti tabel 4.

Tabel 4. Bobot Nilai CF Pakar dan User

Kode Gejala	Kode Penyakit	CF _{Pakar}	CF _{User}
G01	P01	0.8	0.6
G02		0.4	0.2
G03	P02	0.8	0.2
G04		0.6	0.4
G05		0.6	0.6
G06	P03	0.8	0.8
G07		0.8	0.6
G08		0.6	0.6
G09	P04	0.2	0.4
G10		0.6	0.6
G11	P05	0.8	0.6
G12		0.6	0.6
G13		0.8	0.8
G14	P06	0.6	0.4
G15		0.4	0.6
G16	P07	0.4	0.8
G17	P08	0.8	0.6
G18		0.2	0.4
G19	P09	0.6	0.6
G20		0.4	0.2
G21	P10	0.8	0.6
G22	P11	0.6	0.8
G23		0.6	0.4
G24	P12	0.8	0.6
G25		0.2	0.6
G26	P13	0.4	0.4
G27		0.6	0.6
G28	P14	0.6	0.4
G29		0.8	0.8

e. Perhitungan *Certainty Factor*

Berdasarkan gejala yang telah diuraikan diatas, sehingga proses perhitungan dilakukan menggunakan metode *certainty factor*. Perhitungan nilai CF menggunakan CF_{pakar} dan CF_{user} dengan peroleh nilai berikut:

- 1) Jenis Penyakit (bintik putih dan gatal) dengan tingkat keyakinan.

$$\begin{aligned} \text{CF}[h1, e1] &: \text{CF}_{\text{pakar}} * \text{CF}_{\text{user}} \\ &: 0.8 * 0.6 \\ &: 0.48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CF}[h1, e2] &: \text{CF}_{\text{pakar}} * \text{CF}_{\text{user}} \\ &: 0.4 * 0.2 \\ &: 0.08 \end{aligned}$$

Nilai CF digabungkan dengan memberikan nilai MB untuk berbagai jenis penyakit (bintik putih dan gatal), sehingga diperoleh hasil:

$$\begin{aligned} \text{CF}_{\text{Combine1}} &: \text{CF}[h1, e1] + \text{CF}[h1, e2] * \\ & \quad (1 - \text{CF}[h1, e1]) \\ &: 0.48 + 0.08 * (1 - 0.48) \end{aligned}$$

$$\text{CF}_{\text{Fold1}} : 0.66$$

$$\text{Persentase} : \text{CF}_{\text{Combine}} * 100\% = 66\%$$

2) Jenis Penyakit (gatal/ *trichodiniasis*, *virus herpes/ channel catfish virus*), ekor putih, kumis putih, cacing insang) dengan tingkat keyakinan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} CF[1, e3] &: CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\ &: 0.8 * 0.2 \\ &: 0.16 \\ CF[h1, e4] &: CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\ &: 0.4 * 0.6 \\ &: 0.24 \end{aligned}$$

Menggunakan nilai CF sehingga mendapatkan nilai MB untuk berbagai jenis penyakit (gatal/ *trichodiniasis*, *Virus herpes/ channel catfish virus*, ekor putih, kumis putih, cacing insang), sehingga diperoleh hasil :

$$\begin{aligned} CF_{\text{Combine2}} &: C_{\text{Fold1}} + CF[h1, e3] * \\ &\quad (1 - C_{\text{Fold1}}) \\ &: 0.66 + 0.16 * (1 - 0.66) \\ C_{\text{Fold2}} &: 0.27 \\ CF_{\text{Combine3}} &: C_{\text{Fold2}} + CF[h1, e4] * \\ &\quad (1 - C_{\text{Fold2}}) \\ &: 0.27 + 0.24 * (1 - 0.27) \\ C_{\text{Fold3}} &: 0.37 \\ \text{Persentase} &: CF_{\text{Combine}} * 100\% = 37\% \end{aligned}$$

3) Jenis penyakit (bakteri/ *aeromonas hydrophilla*, bakteri *flexibacter columnaris/ cotton wall disease*) dengan tingkat keyakinan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} CF(h1, e5) &: CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\ &: 0.6 * 0.6 \\ &: 0.32 \\ CF(h1, e6) &: CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\ &: 0.8 * 0.8 \\ &: 0.64 \\ CF(h1, e7) &: CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\ &: 0.6 * 0.8 \\ &: 0.48 \end{aligned}$$

Nilai CF digabungkan untuk memberikan nilai MB dari berbagai jenis penyakit (bakteri/ *aeromonas hydrophilla*, bakteri *flexibacter columnaris/ cotton wall disease*), sehingga diperoleh hasil:

$$CF_{\text{Combine4}} : C_{\text{Fold3}} + CF[h1, e5] *$$

$$(1 - C_{\text{Fold3}})$$

$$: 0.37 + 0.32 * (1 - 0.37)$$

$$C_{\text{Fold4}} : 0.43$$

$$CF_{\text{Combine5}} : C_{\text{Fold4}} + CF[h1, e6] *$$

$$(1 - C_{\text{Fold4}})$$

$$: 0.43 + 0.64 * (1 - 0.43)$$

$$C_{\text{Fold3}} : 0.60$$

$$CF_{\text{Combine6}} : C_{\text{Fold5}} + CF[h1, e7] *$$

$$(1 - C_{\text{Fold5}})$$

$$: 0.60 + 0.48 * (1 - 0.60)$$

$$C_{\text{Fold6}} : 0.42$$

$$\text{Persentase} : CF_{\text{Combine}} * 100\% = 42\%$$

4) Jenis Penyakit (bakteri *flexibacter columnaris/ cotton wall disease*, ekor putih, *virus herpes/ channel catfish virus*, cacar kulit) dengan tingkat keyakinan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} CF(h1, e8) &: CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\ &: 0.6 * 0.6 \\ &: 0.32 \\ CF(h1, e9) &: CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\ &: 0.4 * 0.2 \\ &: 0.8 \\ CF(h1, e10) &: CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\ &: 0.6 * 0.6 \\ &: 0.32 \end{aligned}$$

Nilai CF digabungkan untuk memberikan nilai MB dari berbagai jenis penyakit (bakteri *flexibacter columnaris/ cotton wall disease*, Ekor putih, *Virus herpes/ channel catfish virus*, *Cacar kulit*), sehingga diperoleh hasil :

$$\begin{aligned} CF_{\text{Combine7}} &: C_{\text{Fold6}} + CF[h1, e8] * \\ &\quad (1 - C_{\text{Fold6}}) \\ &: 0.42 + 0.32 * (1 - 0.42) \\ C_{\text{Fold7}} &: 0.42 \\ CF_{\text{Combine8}} &: C_{\text{Fold7}} + CF[h1, e9] * \\ &\quad (1 - C_{\text{Fold7}}) \\ &: 0.42 + 0.8 * (1 - 0.42) \\ C_{\text{Fold8}} &: 0.70 \\ CF_{\text{Combine9}} &: C_{\text{Fold8}} + CF[h1, e10] * \\ &\quad (1 - C_{\text{Fold8}}) \\ &: 0.70 + 0.32 * (1 - 0.70) \\ C_{\text{Fold9}} &: 0.30 \\ \text{Persentase} &: CF_{\text{Combine}} * 100\% = 30\% \end{aligned}$$

- 5) Jenis penyakit (*virus herpes/ channel catfish virus, tuberculosis*) dengan tingkat keyakinan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} CF[h1, e11] &: CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\ &: 0.6 * 0.8 \\ &: 0.48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF[h1, e12] &: CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\ &: 0.6 * 0.6 \\ &: 0.32 \end{aligned}$$

Nilai CF digabungkan untuk memberikan nilai MB dari berbagai jenis penyakit (*virus herpes/ channel catfish virus, tuberculosis*), sehingga diperoleh hasil:

$$\begin{aligned} CF_{\text{Combine10}} &: C_{\text{Fold9}} + CF[h1, e11] * \\ & \quad (1 - C_{\text{Fold9}}) \\ &: 0.30 + 0.48 * (1 - 0.30) \end{aligned}$$

$$C_{\text{Fold10}} : 0.54$$

$$\begin{aligned} CF_{\text{Combine11}} &: C_{\text{Fold10}} + CF[h1, e12] * \\ & \quad (1 - C_{\text{Fold10}}) \\ &: 0.54 + 0.32 * (1 - 0.54) \end{aligned}$$

$$C_{\text{Fold11}} : 0.39$$

$$\text{Persentase} : CF_{\text{Combine}} * 100\% = 39\%$$

- 6) Jenis penyakit (cacar kulit) dengan tingkat keyakinan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} CF(h1, e13) &: CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\ &: 0.8 * 0.8 \\ &: 0.64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF(h1, e14) &: CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\ &: 0.4 * 0.6 \\ &: 0.24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF(h1, e15) &: CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\ &: 0.6 * 0.4 \\ &: 0.24 \end{aligned}$$

Nilai CF digabungkan untuk memberikan nilai MB dari berbagai jenis penyakit (Cacar kulit), sehingga diperoleh hasil:

$$\begin{aligned} CF_{\text{Combine12}} &: C_{\text{Fold11}} + CF[h1, e13] * \\ & \quad (1 - C_{\text{Fold11}}) \\ &: 0.39 + 0.64 * (1 - 0.39) \end{aligned}$$

$$C_{\text{Fold12}} : 0.62$$

$$\begin{aligned} CF_{\text{Combine13}} &: C_{\text{Fold12}} + CF[h1, e14] * \\ & \quad (1 - C_{\text{Fold12}}) \\ &: 0.62 + 0.24 * (1 - 0.62) \end{aligned}$$

$$C_{\text{Fold13}} : 0.32$$

$$\begin{aligned} CF_{\text{Combine14}} &: C_{\text{Fold13}} + CF[h1, e15] * \\ & \quad (1 - C_{\text{Fold13}}) \\ &: 0.32 + 0.24 * (1 - 0.32) \end{aligned}$$

$$C_{\text{Fold14}} : 0.38$$

$$\text{Persentase} : CF_{\text{Combine}} * 100\% = 38\%$$

- 7) Jenis penyakit (cacar kulit, ekor putih, kumis putih, cacing insang) dengan tingkat keyakinan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} CF(h1, e16) &: CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\ &: 0.8 * 0.4 \\ &: 0.32 \end{aligned}$$

Nilai CF digabungkan untuk memberikan nilai MB dari berbagai jenis penyakit (cacar kulit, ekor putih, kumis putih, cacing insang), sehingga diperoleh hasil:

$$\begin{aligned} CF_{\text{Combine15}} &: C_{\text{Fold14}} + CF[h1, e16] * \\ & \quad (1 - C_{\text{Fold14}}) \\ &: 0.38 + 0.32 * (1 - 0.38) \end{aligned}$$

$$C_{\text{Fold15}} : 0.43$$

$$\text{Persentase} : CF_{\text{Combine}} * 100\% = 43\%$$

- 8) Jenis penyakit (mulut merah) dengan tingkat keyakinan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} CF(h1, e17) &: CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\ &: 0.6 * 0.8 \\ &: 0.48 \end{aligned}$$

Nilai CF digabungkan untuk memberikan nilai MB dari berbagai jenis penyakit (mulut merah), sehingga diperoleh hasil:

$$\begin{aligned} CF_{\text{Combine16}} &: C_{\text{Fold15}} + CF[h1, e17] * \\ & \quad (1 - C_{\text{Fold15}}) \\ &: 0.43 + 0.48 * (1 - 0.43) \end{aligned}$$

$$C_{\text{Fold16}} : 0.51$$

$$\text{Persentase} : CF_{\text{Combine}} * 100\% = 51\%$$

- 9) Jenis penyakit (perut kembung) dengan tingkat keyakinan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} CF[h1, e18] &: CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\ &: 0.4 * 0.2 \\ &: 0.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CF}[h1, e19] &: \text{CF}_{\text{pakar}} * \text{CF}_{\text{user}} \\ &: 0.6 * 0.6 \\ &: 0.32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CF}[h1, e20] &: \text{CF}_{\text{pakar}} * \text{CF}_{\text{user}} \\ &: 0.2 * 0.4 \\ &: 0.8 \end{aligned}$$

Nilai CF digabungkan untuk memberikan nilai MB dari berbagai jenis penyakit (perut kembung), sehingga diperoleh hasil:

$$\begin{aligned} \text{CF}_{\text{Combine17}} &: \text{C}_{\text{Fold16}} + \text{CF}[h1, e18] * \\ & \quad (1 - \text{C}_{\text{Fold16}}) \\ &: 0.51 + 0.8 * (1 - 0.51) \end{aligned}$$

$$\text{C}_{\text{Fold17}} : 0.63$$

$$\begin{aligned} \text{CF}_{\text{Combine18}} &: \text{C}_{\text{Fold17}} + \text{CF}[h1, e19] * \\ & \quad (1 - \text{C}_{\text{Fold17}}) \\ &: 0.63 + 0.32 * (1 - 0.63) \end{aligned}$$

$$\text{C}_{\text{Fold18}} : 0.34$$

$$\begin{aligned} \text{CF}_{\text{Combine19}} &: \text{C}_{\text{Fold18}} + \text{CF}[h1, e20] * \\ & \quad (1 - \text{C}_{\text{Fold18}}) \\ &: 0.34 + 0.8 * (1 - 0.34) \end{aligned}$$

$$\text{C}_{\text{Fold19}} : 0.74$$

$$\text{Persentase} : \text{CF}_{\text{Combine}} * 100\% = 74\%$$

10) Jenis penyakit (pecah usus) dengan tingkat keyakinan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{CF}(h1, e21) &: \text{CF}_{\text{pakar}} * \text{CF}_{\text{user}} \\ &: 0.6 * 0.8 \\ &: 0.48 \end{aligned}$$

Nilai CF digabungkan untuk memberikan nilai MB dari berbagai jenis penyakit (Pecah usus), sehingga diperoleh hasil :

$$\begin{aligned} \text{CF}_{\text{Combine20}} &: \text{C}_{\text{Fold19}} + \text{CF}[h1, e21] * \\ & \quad (1 - \text{C}_{\text{Fold19}}) \\ &: 0.74 + 0.48 * (1 - 0.74) \end{aligned}$$

$$\text{C}_{\text{Fold20}} : 0.30$$

$$\text{Persentase} : \text{CF}_{\text{Combine}} * 100\% = 30\%$$

11) Jenis penyakit (tuberculosis) dengan tingkat keyakinan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{CF}[h1, e22] &: \text{CF}_{\text{pakar}} * \text{CF}_{\text{user}} \\ &: 0.8 * 0.6 \\ &: 0.48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CF}[h1, e23] &: \text{CF}_{\text{pakar}} * \text{CF}_{\text{user}} \\ &: 0.4 * 0.6 \\ &: 0.24 \end{aligned}$$

Nilai CF digabungkan untuk memberikan nilai MB dari berbagai jenis penyakit (*tuberculosis*), sehingga diperoleh hasil:

$$\begin{aligned} \text{CF}_{\text{Combine21}} &: \text{C}_{\text{Fold20}} + \text{CF}[h1, e22] * \\ & \quad (1 - \text{C}_{\text{Fold20}}) \\ &: 0.30 + 0.48 * (1 - 0.30) \end{aligned}$$

$$\text{C}_{\text{Fold21}} : 0.54$$

$$\begin{aligned} \text{CF}_{\text{Combine22}} &: \text{C}_{\text{Fold21}} + \text{CF}[h1, e23] * \\ & \quad (1 - \text{C}_{\text{Fold21}}) \\ &: 0.54 + 0.24 * (1 - 0.54) \end{aligned}$$

$$\text{C}_{\text{Fold22}} : 0.35$$

$$\text{Persentase} : \text{CF}_{\text{Combine}} * 100\% = 35\%$$

12) Jenis penyakit (kumis putih) dengan tingkat keyakinan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{CF}(h1, e24) &: \text{CF}_{\text{pakar}} * \text{CF}_{\text{user}} \\ &: 0.6 * 0.8 \\ &: 0.48 \end{aligned}$$

Nilai CF digabungkan untuk memberikan nilai MB dari berbagai jenis penyakit (kumis putih), sehingga diperoleh hasil:

$$\begin{aligned} \text{CF}_{\text{Combine23}} &: \text{C}_{\text{Fold22}} + \text{CF}[h1, e24] * \\ & \quad (1 - \text{C}_{\text{Fold22}}) \\ &: 0.35 + 0.48 * (1 - 0.35) \end{aligned}$$

$$\text{C}_{\text{Fold23}} : 0.53$$

$$\text{Persentase} : \text{CF}_{\text{Combine}} * 100\% = 53\%$$

13) Jenis penyakit (cacang insang) dengan tingkat keyakinan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{CF}(h1, e25) &: \text{CF}_{\text{pakar}} * \text{CF}_{\text{user}} \\ &: 0.6 * 0.2 \\ &: 0.12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CF}(h1, e26) &: \text{CF}_{\text{pakar}} * \text{CF}_{\text{user}} \\ &: 0.4 * 0.4 \\ &: 0.16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CF}(h1, e27) &: \text{CF}_{\text{pakar}} * \text{CF}_{\text{user}} \\ &: 0.6 * 0.6 \\ &: 0.32 \end{aligned}$$

Nilai CF digabungkan untuk memberikan nilai MB dari berbagai jenis penyakit (kumis putih), sehingga diperoleh hasil:

$$\begin{aligned} \text{CF}_{\text{Combine24}} &: \text{C}_{\text{Fold23}} + \text{CF}[h1, e25] * \\ & \quad (1 - \text{C}_{\text{Fold23}}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & : 0.53 + 0.12 * (1 - 0.53) \\
 C_{\text{Fold24}} & : 0.30 \\
 CF_{\text{Combine25}} & : C_{\text{Fold24}} + CF[h1, e26] * \\
 & \quad (1 - C_{\text{Fold24}}) \\
 & : 0.30 + 0.16 * (1 - 0.30) \\
 C_{\text{Fold25}} & : 0.32 \\
 CF_{\text{Combine26}} & : C_{\text{Fold25}} + CF[h1, e27] * \\
 & \quad (1 - C_{\text{Fold25}}) \\
 & : 0.32 + 0.32 * (1 - 0.32) \\
 C_{\text{Fold26}} & : 0.43 \\
 \text{Persentase} & : CF_{\text{Combine}} * 100\% = 43\%
 \end{aligned}$$

14) Jenis penyakit (kekurangan vitamin) dengan tingkat keyakinan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 CF[h1, e28] & : CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\
 & : 0.6 * 0.4 \\
 & : 0.24 \\
 CF[h1, e29] & : CF_{\text{pakar}} * CF_{\text{user}} \\
 & : 0.8 * 0.8 \\
 & : 0.64
 \end{aligned}$$

Nilai CF digabungkan untuk memberikan nilai MB dari berbagai jenis penyakit (kekurangan vitamin), sehingga diperoleh hasil:

$$\begin{aligned}
 CF_{\text{Combine27}} & : C_{\text{Fold26}} + CF[h1, e28] * \\
 & \quad (1 - C_{\text{Fold26}}) \\
 & : 0.43 + 0.24 * (1 - 0.43) \\
 C_{\text{Fold27}} & : 0.38 \\
 CF_{\text{Combine28}} & : C_{\text{Fold27}} + CF[h1, e29] * \\
 & \quad (1 - C_{\text{Fold27}}) \\
 & : 0.38 + 0.64 * (1 - 0.38) \\
 C_{\text{Fold28}} & : 0.63 \\
 \text{Persentase} & : CF_{\text{Combine}} * 100\% = 63\%
 \end{aligned}$$

4. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bupati Bone, Kepala Dinas Kelautan dan Perikanan yang telah memberikan izin untuk mengumpulkan informasi penelitian. Demikian pula untuk seluruh stafnya karena atas bantuannya dalam pendampingan untuk melakukan penyuluhan langsung kepada peternak budidaya ikan lele, sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini didasarkan pada penentuan pohon keputusan dengan menggunakan metode *forward chaining* sesuai gejala dan penyakit ikan lele yang telah dikemukakan. Serta melakukan perhitungan secara manual menggunakan metode *certainty factor*, sehingga diperoleh tingkat keyakinan oleh pakar dan user terhadap jenis penyakit perut kembung dengan nilai 74%. Sedangkan perolehan keyakinan rendah terhadap jenis penyakit pecah usus dan bakteri *flexibacter columnaris* dengan nilai 30%.

Rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut yang dapat dilakukan berdasarkan hasil di atas adalah pengembangan dibandingkan dengan menggunakan metode lainnya seperti: *dempster shaffer*, *teorema bayes*. Selain itu, sistem pakar mendeteksi penyakit ikan tambahan selain infeksi ikan lele.

6. REFERENSI

- [1] W. W. Permata and A. Hadi, "Diagnosis Penyakit Ikan Lele Berbasis Android Menggunakan Metode Certainty Factor," *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.,* vol. 8, no. 2, p. 1, 2020, doi: 10.24036/voteteknika.v8i2.108302.
- [2] N. Kusriani, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ikan Lele menggunakan Metode Dempster Shafer Catfish Disease Diagnosis Expert System uses the Dempster Shafer Method," no. December, 2019.
- [3] S. J. Juanda and S. I. Edo, "HISTOPATOLOGI INSANG, HATI DAN USUS IKAN LELE (Clarias gariepinus) DI KOTA KUPANG, NUSA TENGGARA TIMUR (Gill, Liver and Gut's Histopathology of Catfish (Clarias gariepinus) in Kota Kupang, East West Nusa)," *SAINTEK*

- Perikan. Indones. J. Fish. Sci. Technol.*, vol. 14, no. 1, p. 23, 2018, doi: 10.14710/ijfst.14.1.23-29.
- [4] F. Yenila and Y. Wiyandra, "Sistem Pakar Ginekologi Dengan Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor," *JOISIE (Journal Inf. Syst. Informatics Eng.*, vol. 3, no. 2, p. 71, 2019, doi: 10.35145/joisie.v3i2.480.
- [5] A. E. Widodo and M. R. Nurzaien, "Otomatisasi Pakan Ikan Lele Berbasis Website," *CONTEN (Computer Netw. ...*, vol. 1, no. 1, pp. 7–12, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.bsi.ac.id/index.php/content/article/view/390>.
- [6] A. Syahputri, A. Fauzi, and L. Arliana, "Implementasi Metode Certainty Factor Dalam Mendiagnosa Penyakit Tiroid," *J. Tek. Inform. Kaputama*, vol. 6, no. 1, pp. 306–318, 2022.
- [7] S. Jurnal, A. O. Weking, E. T. Wea, S. Informasi, and U. Amikom, "Laporan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ikan Lele Dengan Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor," *SAINTEK (Jurnal Sains dan Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–5, 2021.
- [8] D. I. Putri and P. Sidiq, "Perancangan Expert System Development Life Cycle," *JOEAI J. Educ. Instr.*, vol. 3, pp. 322–331, 2020, [Online]. Available: <https://journal.ipm2kpe.or.id/index.php/JOEAI/article/view/1769>.
- [9] A. Fauzi, "Penerapan Forward Chaining Dalam Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Pada Anak," *Techno Xplore J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–16, 2016, doi: 10.36805/technoxplore.v1i1.7.
- [10] H. Nurdiawan, D. Destiani, S. Fatimah, S. Tinggi, T. Garut, and F. Chaining, "PENGEMBANGAN SISTEM PAKAR DIAGNOSIS," *J. STT-Garut*, vol. 13, no. 1, pp. 114–121, 2016.
- [11] P. S. Ramadhan and Fatimah, "Sistem E-Healthcare Untuk Mendiagnosa Penyakit Inflamasi Dermatitis Imun Anak Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor," *Sensasi*, vol. 1, no. 1, pp. 251–256, 2018.