

Rancang Bangun Aplikasi Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ikan Air Tawar Menggunakan *Forward Chaining*

Asri Mulyani^{1*}, Fitri Nuraeni², Jaka Muhammad Zaelani³
^{1,2,3}Institut Teknologi Garut, Indonesia

*email: asrimulyani@itg.ac.id

Info Artikel

Dikirim: 10 Agustus 2023
Diterima: 22 Agustus 2023
Diterbitkan: 18 Mei 2024

Kata kunci:

Diagnosis Penyakit Ikan,
Forward Chaining,
Rational Unified Process,
Sistem Pakar,
Perikanan.

ABSTRAK

Penyakit pada ikan air tawar dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis yaitu penyakit yang diakibatkan bakteri dan virus. Hal ini sangat mempengaruhi kelangsungan hidup ikan, kematian dalam jumlah yang besar mengakibatkan kerugian yang sangat besar kepada peternak ikan karena dapat menyebabkan hasil panen yang tidak maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pakar diagnosis penyakit ikan air tawar berbasis web dengan menggunakan metode inferensi *Forward Chaining*. Metode perancangan yang digunakan adalah *Rational Unified Process* (RUP). Sistem pakar ini bertujuan untuk mendiganosis penyakit ikan air tawar. Sistem pakar ini dikembangkan dengan melibatkan pengetahuan dari pakar ikan dan basis pengetahuan yang mencakup gejala dan penyakit ikan air tawar. Hasil penelitian ini adalah aplikasi berbasis web yang menggunakan metode *inferensi Forward Chaining* untuk menentukan penyakit ikan air tawar berdasarkan gejala yang diinputkan. Aplikasi ini melibatkan perancangan *use case diagram*, *Class Diagram*, *activity diagram*, *sequence diagram*, struktur *menu*, dan *Interface*. Pengujian *Alpha testing* telah menghasilkan keakuratan sistem untuk menghasilkan rekomendasi pemberian obat berdasarkan basis pengetahuan yang telah didefinisikan oleh pakar ikan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan metode *inferensi Forward Chaining* dalam sistem pakar diagnosis penyakit ikan air tawar memberikan hasil yang efisien dan akurat dalam memberikan rekomendasi pemberian obat. Dengan adanya sistem pakar diagnosis penyakit ikan air tawar yang melibatkan sumber basis pengetahuan dari para pakar ikan, pembudidaya ikan dapat lebih efektif dalam mengangulangi gejala dan penyakit yang di derita oleh ikan. Hal ini diharapkan dapat mendukung peningkatan hasil panen yang berkelanjutan.

1. PENDAHULUAN

Perternakan ikan air tawar merupakan salah satu sektor penting dalam pengembangan industri perikanan di Indonesia. Namun, produksi ikan air tawar di Indonesia masih mengalami berbagai kendala, seperti penurunan kualitas air, kualitas pakan, kesehatan ikan yang buruk, dan faktor lain seperti perubahan iklim dan bencana alam juga dapat mempengaruhi produksi ikan air tawar[1]. Namun, kurangnya pengetahuan pembudidaya ikan tentang gejala dan penyakit serta solusi untuk menangani ikan yang terkena penyakit sangat kurang dan tenaga ahli seperti pakar sulit untuk di temui[2].

Penyakit ikan air tawar dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis yaitu penyakit yang diakibatkan bakteri dan virus. Hal ini sangat mempengaruhi kelangsungan hidup ikan, kematian dalam jumlah yang cukup besar mengakibatkan hasil panen yang tidak maksimal[3]. Dalam hal ini, teknologi dan inovasi dapat membantu mengatasi kendala tersebut adalah penggunaan sistem pakar. Sistem pakar adalah merupakan solusi yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas perternakan ikan air tawar. Sistem ini dapat memberikan rekomendasi dan saran secara cepat dan akurat berdasarkan pengetahuan dan pengalaman pakar dalam bidang perternakan ikan air tawar[4]. Di Desa Dungusiku Kecamatan Leuwigoong Kabupaten Garut, para peternak ikan sering mengalami kegagalan dalam membudidayakan ikan mereka dikarenakan kurangnya pengetahuan tentang gejala dan penyakit yang di alami oleh ikan mereka, para peternak juga kesulitan untuk menemui pakar yang bersangkutan karena kurangnya tenaga pakar yang dibutuhkan.

Penelitian ini akan menggunakan penerapan metode *Forward Chaining* pada perancangan sistem pakar diagnosis penyakit ikan air tawar. Metode *Forward Chaining* dalam sistem pakar diagnosis penyakit ikan air tawar melibatkan langkah-langkah untuk mendiagnosis penyakit pada ikan. Langkah pertama adalah mengidentifikasi gejala-gejala yang muncul pada ikan dan membuat basis pengetahuan yang berisi aturan-aturan untuk mendiagnosis penyakit. Kemudian, sistem mencocokkan gejala-gejala yang ditemukan dengan aturan-aturan yang ada dalam basis pengetahuan, dan memberikan hasil diagnosis serta rekomendasi pengobatan yang sesuai[5], serta sistem pakar perlu terus diperbarui dan ditingkatkan agar bisa memberikan hasil diagnosa yang semakin akurat, pembuatan sistem pakar ini diharapkan dapat membawa manfaat nyata bagi parapembudidaya ikan di Indonesia.

Pada penelitian sebelumnya basis pengetahuan terutama gejala yang di alami oleh ikan air tawar masih sedikit dan sistem pakar yang di hasilkan memiliki akurasi yang masih kurang, oleh karena itu dalam penelitian ini gejala yang di alami oleh ikan air tawar lebih banyak dari sebelumnya dan sistem pakar yang dihasilkan memiliki nilai akurasi sebesar 92%.

Diharapkan dari hasil penelitian ini akan memberikan kontribusi yang positif terhadap pengembangan perternakan ikan air tawar di Indonesia. Diharapkan akan ditemukan aplikasi sistem pakar diagnosis penyakit ikan air tawar yang dapat membantu peternak dalam mengidentifikasi dan menangani masalah pada ikan air tawar dengan lebih cepat dan akurat[6].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan sebuah aplikasi komputer yang di tujukan untuk membantu sebuah sistem dalam mengambil keputusan dengan cepat untuk memecahkan suatu masalah dalam bidang khusus, sistem ini berjalan dengan menggunakan data dan informasi yang sudah dijelaskan dan dimasukan terlebih dahulu oleh seorang pakar. Sistem pakar juga dikenal sebagai *Expert System* yang merupakan sebuah program komputer yang membantu untuk pengambilan keputusan dengan cepat dalam suatu bidang tertentu. Sistem ini beroperasi dengan menggunakan pengetahuan dan metode analisis yang telah ditetapkan oleh pakar yang memiliki keahlian dalam bidang tersebut [7]. Tujuannya adalah untuk meniru cara berpikir seorang pakar dalam menyelesaikan masalah dan memberikan solusi atau rekomendasi yang akurat kepada pengguna yang membutuhkannya.

Menurut pendapat lain dari Bracman & Levesque yaitu Sistem pakar sebagai sistem yang mengandung pengetahuan terperinci tentang suatu domain yang spesifik dan memiliki kemampuan untuk menggunakan pengetahuan tersebut untuk memberikan penjelasan, melakukan diagnosis, dan memberikan solusi [8].

2.2 Metode Forward Chaining

Forward Chaining merupakan sebuah metode atau teknik yang digunakan dalam sistem pakar untuk menghasilkan kesimpulan atau keluaran berdasarkan fakta-fakta atau informasi masukan yang ada, dengan

mengikuti aturan-aturan yang ada pada basis pengetahuan. Metode *Forward Chaining* memulai oprasinya dengan mengumpulkan data dan diberikan sebagai fakta, lalu secara berurutan mengaplikasikan aturan-aturan yang relevan untuk menghasilkan kesimpulan atau keluaran baru [9].

Forward chaining adalah metode yang menggunakan fakta-fakta awal yang telah ada, mengaplikasikan aturan-aturan inferensi, dan menghasilkan kesimpulan baru secara bertahap berdasarkan aturan-aturan yang relevan [8].

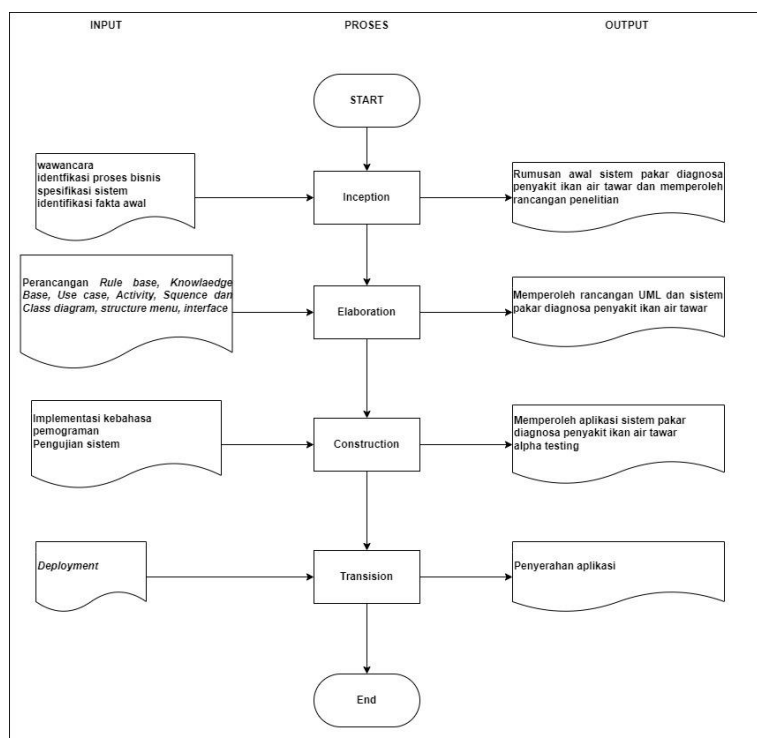
2.3 Mesin Inferensi

Mesin inferensi merupakan metode untuk mengambil suatu kesimpulan atau keluaran berdasarkan aturan-aturan yang terpadat pada basis pengetahuan. Mesin inferensi melakukan pemrosesan logika untuk menghubungkan fakta atau informasi yang telah di kumpulkan dan akan dijalankan dengan aturan-aturan yang ada, sehingga dapat menghasilkan hasil atau kesimpulan yang diinginkan [10].

Mesin inferensi adalah komponen yang digunakan dalam sistem kecerdasan buatan untuk melakukan penalaran berdasarkan aturan dan fakta yang ada pada basis pengetahuan, dengan tujuan menghasilkan solusi yang sesuai dengan yang diharapkan [11].

2.4 Rational Unified Process (RUP)

Metode *Rational Unified Process* (RUP) adalah sebuah cara untuk mengembangkan perangkat lunak yang akan digunakan pada proyek besar. Metode ini menggunakan pendekatan berorientasi objek, iteratif, dan *incremental* dalam pengembangan perangkat lunak. RUP dapat memberikan pendekatan yang terstruktur dan terukur dalam pengembangan perangkat lunak sehingga memungkinkan pengembangan perangkat lunak dengan lebih terstruktur dan terorganisir, yang dapat meningkatkan kualitas, efisiensi, dan keberhasilan proyek. RUP memiliki beberapa tahap pengembangan, yaitu *inception*, *elaboration*, *construction*, dan *transition*. Untuk mencapai setiap tahapan dalam *Rational Unified Process* (RUP), diperlukan kerangka penelitian sebagai rancangan kegiatan yang akan dilakukan. Kerangka penelitian ini akan disesuaikan dengan tahapan RUP yang digunakan. Berikut adalah rancangan kerangka penelitian yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Berdasarkan Gambar 1. tahapan RUP dalam kerangka penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut [12][13]:

- 1) Inception
Pada tahap ini dilakukan identifikasi proses bisnis dan spesifikasi sistem yang akan dibangun. Hasil dari tahapan ini adalah pemahaman tentang proses bisnis yang ingin diselesaikan oleh sistem serta kebutuhan sistem yang harus dipenuhi. Berikut aktivitas yang dilakukan dalam tahap ini:
 - a. Wawancara merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengakuisisi pengetahuan yang ada di pakar lalu berpindah kepada sistem
 - b. Identifikasi proses bisnis merupakan kegiatan untuk mengidentifikasi dan merancang alur bisnis dari sistem;
 - c. Spesifikasi sistem merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui kebutuhan yang diperlukan dalam sistem; dan
 - d. Identifikasi fakta awal merupakan kegiatan identifikasi awal mengenai pengetahuan yang sudah diketahui terkait subjek dalam hal ini adalah gejala ikan.
- 2) Elaboration
Tahapan berikutnya merupakan tahapan perancangan model sistem secara detail yang dilakukan berdasarkan hasil dari tahapan sebelumnya. Berikut aktivitas yang dilakukan dalam tahap ini:
 - a. Perancangan *knowledge base* kegiatan yang merancang struktur dan isi dari basis pengetahuan yang akan digunakan dalam sistem;
 - b. Perancangan *Rule Base* kegiatan yang merancang aturan dalam sistem yang digunakan dalam sistem;
 - c. Merancang *Class Diagram* kegiatan yang merancang diagram kelas dalam pemodelan berorientasi objek, yang menggambarkan struktur kelas, atribut, dan hubungan antar kelas yang akan digunakan dalam sistem;
 - d. Merancang *Use case Diagram* adalah ketika membuat gambar yang Menunjukkan bagaimana pengguna menggunakan sistem;
 - e. Merancang *Activity Diagram* merupakan kegiatan untuk menghasilkan diagram aktivitas yang menggambarkan aliran kerja atau proses dalam sistem;
 - f. Merancang *Sequence Diagram* merupakan bagian yang menghasilkan diagram *Sequence* untuk menggambarkan interaksi antara objek-objek dalam sistem;
 - g. Merancang struktur Menu merupakan kegiatan untuk merancang sebuah *Interface* pengguna yang nantinya akan digunakan dalam sistem; dan
 - h. Merancang *Interface* merupakan kegiatan yang digunakan untuk merancang antarmuka pengguna dalam sistem yang akan digunakan dalam penelitian skripsi, yang meliputi tampilan, pengaturan, dan interaksi antara pengguna dengan sistem.
- 3) Contruction
Selanjutnya tahapan pengimplementasian model sistem yang telah dirancang kedalam program sistem. Yang selanjutnya akan dilakukan alpha testing untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik. Berikut aktivitas yang dilakukan pada tahapan ini:
 - a. Implementasi tahapan ini melakukan pengimplementasian terhadap model sistem yang telah dibuat kedalam sistem dengan pengkodean sistem; dan
 - b. Alpha Testing merupakan tahapan yang ditujukan untuk menguji sistem yang telah selesai di bangun oleh pengembang.
- 4) Transition
Tahap terakhir lebih berfokus pada beta testing yang akan dilakukan oleh pengguna dan pakar untuk memastikan sistem berjalan tanpa kendala dan sesuai dengan kebutuhan yang dirancang serta untuk memastikan ke akuratan dari sistem sesuai arahan dari pakar. Berikut aktivitas yang dilakukan pada tahapan ini. Deployment tahapan yang dilakukan untuk menyerahkan sistem ketika sistem telah selesai di bangun.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN (10 PT)

3.1 Hasil Penelitian

Setelah melalui beberapa tahapan dalam metode penelitian yang telah disajikan, diperoleh sistem pakar diagnosis penyakit ikan air tawar dengan hasil implementasi meliputi tahapan dalam sistem yaitu, *Use Case Diagram, Class Diagram, Activity Diagram, Sequence Diagram, structur Menu, dan Interface*. Selain itu, juga dilakukan pengujian Alpha dan pengujian Beta. Untuk aktivitas yang telah terlaksana dapat disajikan sebagai berikut:

- 1) Inception
 - a. Wawancara, merupakan proses untuk mengumpulkan data atau proses akusisi pengetahuan dari pakarnya secara langsung supaya data yang di terima relevan, setelah itu data akan di masukan ke dalam sistem
 - b. Pada tahap identifikasi proses bisnis, dilakukan analisis dan pemahaman terhadap proses bisnis yang ingin diselesaikan oleh sistem pakar. Proses ini melibatkan langkah-langkah atau aktivitas yang terjadi dalam kegiatandiagnosis penyakit ikan air tawar.
 - c. Pada tahap spesifikasi sistem, dilakukan pengumpulan data kebutuhan dan spesifikasi yang diperlukan untuk membangun sistem pakar. Spesifikasi sistem ini menjadi acuan dalam merancang dan mengimplementasikan sistem.
 - d. Pada tahap identifikasi fakta awal, dilakukan pengumpulan data dan informasi yang diperlukan sebagai fakta awal dalam proses diagnosis penyakit ikan air tawar. Fakta-fakta ini digunakan sebagai dasar untuk melakukan inferensi dan memberikan rekomendasi yang tepat.
- 2) Elaboration

Pada tahap *elaboration* akan dibuat yang namanya *knowledge base* dan juga *rule base*, dimana data yang di peroleh untuk membangun kedua pengetahuan tersebut berasal dari hasil wawancara bersama pakar ikan yaitu bapak Heppy yang berada di Dinas Perikanan Kabupaten Garut

 - a. Pada Perancangan *knowledge base* dilakukan pembuatan struktur da nisi dari basis pengetahuan yang akan digunakan dalam sistem. Basis pengetahuan ini berisi aturan-aturan dan informasi penting yang akan digunakan dalam diagnosis penyakit ikan air tawar.

Kode gejala	<i>Columnaris</i>	Ikan Gurami Herpesvirus (GGV)	Ikan Gurami Iridovirus (GIV)	<i>Dropsi</i>	Ikan Mas Koi Herpesvirus (KHV)	<i>Aeromonas Infection</i>	<i>Septicemia</i>	<i>Flavobacterium Infection</i>
K001		✓						
K002			✓	✓	✓			
K003			✓	✓	✓			
K004			✓		✓			✓
K005					✓			
K006					✓			
K007								✓
K008					✓			✓
K009		✓						
KK010	✓							
KK011	✓					✓	✓	
KK012	✓				✓			
KK013						✓	✓	
KK014						✓	✓	
KK015							✓	
KK016		✓						
KK017		✓						
KK018	✓							
KK019						✓		

Gambar 2. Knowledge Base

- b. Selanjutnya yaitu *Rule Base* yang dilakukan untuk membuat aturan-aturan yang akan digunakan dalam sistem. Aturan-aturan unu akan menjadi dasar dalam proses inferensi untuk mengidentifikasi penyakit ikan air tawar.

Tabel 1. Rule Base Sistem Pakar Diganosis Penyakit Ikan Air Tawar

Kode	Kode Kondisi	Penyakit	Kesimpulan
Rule 1	KK010, KK012, KK018	<i>Columnaris</i>	Isolasi ikan yang terinfeksi supaya tidak menular kepada ikan yang lain dan berikan obat antrimikroba dan makanan

Kode	Kode Kondisi	Penyakit	Kesimpulan
Rule 2	K001, K009, KK0016, KK017	Ikan gurami <i>herpesvirus</i>	yang bernutrisi agar membantu meningkatkan daya tahan tubuh ikan. Karantina ikan yang mempunyai penyakit ini supaya tidak menybar ke ikan lain lalu bersikan dan disinfeksi kolam dan alat yang ada dan berikan makanan yang berkualitas tinggi agar daya tahan tubuh ikan meningkat.
Rule 3	K002, K003 K004	Ikan gurami <i>iridovirus</i>	Karantina ikan yang mempunyai penyakit ini supaya tidak menybar ke ikan lain lalu bersikan dan berikan disinfeksi pada kolam dan alat yang ada dan berikan makanan yang berkualitas tinggi agar daya tahan tubuh ikan meningkat.
Rule 4	K002, K003	<i>Dropsi</i>	Isolasi ikan yang terinfeksi supaya tidak menular kepada ikan yang lain dan berikan obat antibakteri yang direkomendasikan oleh ahli dan makanan yang bernutrisi agar membantu meningkatkan daya tahan tubuh ikan, penanganan stress yang di sebabkan oleh kolam yang terlalu penuh
Rule 5	K003, K004, K005, K006 K008, KK012	Ikan mas koi <i>herpesvirus</i>	Karantina untuk ikan mas yang baru karena dapat membawa penyakit dari luar dan membersihkan kolam secara teratur, dan cek kandungan suhu dan ph pada air supaya mengurangi stress pada ikann jika di tempat anda sudah ada vaksin untuk ikan maka segera verikan pada ikan anda
Rule 6	KK011, KK013 KK014, KK019	<i>Aeromonas infection</i>	Isolasi ikan yang terinfeksi supaya tidak menular kepada ikan yang lain dan berikan obat antibakteri yang direkomendasikan oleh ahli dan berikan makanan yang bernutrisi agar membantu proses penyembuhan ikan, penanganan stress yang di sebabkan oleh koloni ikan yang sangat banyak
Rule 7	KK011, KK014 KK015	<i>septicemia</i>	Isolasi ikan yang terinfeksi supaya tidak menular kepada ikan yang lain dan berikan obat antibakteri yang direkomendasikan oleh ahli dan makanan yang bernutrisi agar membantu meningkatkan daya tahan tubuh ikan, pembersihan kolam dapat meminimalisir pertumbuhan bakteri protagen
Rule 8	K004, K007 K008	<i>Flavobacterium infection</i>	Isolasi ikan yang terinfeksi supaya tidak menular kepada ikan yang lain dan berikan obat antibakteri yang direkomendasikan oleh ahli dan makanan yang bernutrisi agar membantu meningkatkan daya tahan tubuh ikan, pembersihan kepada kolam yang disebabkan oleh sisa makanan yang sudah tidak terpakai di akuarium ataupun kolam

- c. Merancang *Use Case Diagram* dilakukan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem sendiri. Berdasarkan analisis kebutuhan pengguna maka use case diagram yang berhasil dirancang tersaji pada gambar 3.

Gambar 4. menunjukkan program dari fitur menu informasi dasar yang diimplementasikan ke dalam bahasa pemrograman php dan gambar 5 menunjukkan program yang sudah di buat.

- b. Alpha testing dilakukan untuk menguji fungsional dan kinerja sistem sebelum sampai ke pengguna. Alpha testing dilakukan dengan menguji sistem tanpa mengetahui bagaimana sistem dibangun secara detail metode ini disebut black box testing.

4) Transition

Dalam tahap transition lebih di fokuskan kepada beta testing, dimana pengujian ini terbagi menjadi 2 yaitu user beta testing dan expert beta testing, pengujiannya menggunakan metode kuisioner dan perhitungan likert untuk mendapatkan hasil akhir dalam bentuk persentase.

- a. Dalam pengujian kegunaan (user beta testing), dilakukan pada 10 pengguna dari berbagai kelompok. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi kebutuhan pengguna serta mengidentifikasi potensi masalah kegunaan sebelum peluncuran resmi.

Tabel 2. Hasil Kuisioner *User Beta Testing*

No.	Pertanyaan	SS	S	N	TS	STS
Pertanyaan Umum						
1.	Sistem ini mudah digunakan untuk Mendiagnosis Penyakit Ikan Air tawar.	8	2	0	0	0
2.	Hasil Diagnosis penyakit yang diberikan oleh sistem ini akurat.	4	4	2	0	0
Pertanyaan Tentang Masalah Bug / Error						
3.	Saya mengalami kesulitan atau bug saat menggunakan sistem untuk diagnosis penyakit ikan air tawar.	0	0	0	2	8
4.	Sistem berjalan dengan stabil dan tidak mengalami masalah <i>bug</i> atau <i>error</i> .	8	2	0	0	0
5.	Sistem memberikan pesan atau petunjuk yang jelas ketika terjadi kesalahan atau masalah.	8	2	0	0	0
Pertanyaan Tentang Fitur & Fungsional						
6.	Sistem ini menyediakan fitur-fitur yang saya butuhkan untuk diagnosis penyakit ikan air tawar.	5	4	1	0	0
7.	Saya puas dengan variasi dan kualitas fitur yang disediakan dalam sistem.	4	4	2	0	0
Pertanyaan Tentang Kemanfaatan Sistem						
8.	Sistem ini memberikan informasi yang berguna dan relevan terkait penyakit dan gejala ikan air tawar.	5	4	1	0	0
9.	Sistem ini membantu meningkatkan pemahaman saya tentang penyakit dan gejala pada ikan air tawar secara umum.	7	3	0	0	0

Setelah menganalisis hasil kuisioner yang telah diisi oleh sejumlah penguji untuk mengevaluasi sistem pakardiagnosis penyakit ikan air tawar, digunakan menggunakan perhitungan *likert* untuk menggabungkan data dari seluruh penguji. Perhitungan *likert* dilakukan dengan memberikan nilai dari 5 hingga 1 untuk respon (sangat setuju - sangat tidak setuju) dalam setiap pertanyaan. Dalam pengujian keakuratan (*expert deta testing*), dilakukan oleh pakar secara langsung. Pakar akan menilai keakuratan sistem dalam memberikan rekomendasi penanganan penyakit berdasarkan diagnosis penyakit ikan air tawar [14].

Bagian 1: Total Nilai

$$\text{Total Nilai Sangat Setuju (5)} = 5 \times 49 = 245$$

$$\text{Total Nilai Setuju (4)} = 4 \times 25 = 100$$

$$\text{Total Nilai Netral (3)} = 3 \times 6 = 18$$

$$\text{Total Nilai Tidak Setuju (2)} = 2 \times 2 = 4$$

$$\text{Total Nilai Sangat Tidak Setuju (1)} = 1 \times 8 = 8$$

$$\text{Total Nilai} = 245 + 100 + 18 + 4 + 8 = 375$$

Bagian 2: Nilai Tertinggi

$$\text{Nilai Tertinggi} = 5 \times 9 \times 10 = 450$$

Bagian 3: Hasil Akhir

$$\text{Hasil Akhir} = \frac{\text{Total Nilai}}{\text{Nilai Tertinggi}} \times 100\% = \frac{375}{450} \times 100\% = 83.33\%$$

Dengan demikian, hasil perhitungan *likert*, mayoritas penguji memberikan respon positif terhadap sistem pakar diagnosis penyakit ikan air tawar dengan persentase sekitar 83.33%.

Tabel 3. Hasil *Expert Beta Testing*

No	Gejala	Hasil Diagnosis	SA	A	CA	KA	STA
1	K001, K002, K003, K007	<i>Flavobacterium infection</i>	1				
2	K004, K005, K006, K009	Ikan Gurami <i>Herpesvirus (GGV)</i>	1				
3	KK011, KK013, KK015, KK017	<i>Columnaris</i>	1				
4	KK010, KK012, KK016, KK018	<i>Aeromonas infection</i>	1				
5	K002, K008, K009, KK014	<i>Aeromonas infection</i>			1		
6	K003, K007, KK012, KK017	<i>Columnaris</i>		1			
7	K003, K006, KK010, KK011, KK015, KK017	<i>Columnaris</i>		1			
8	K003, K004, K006, K008	<i>Flavobacterium infection</i>	1				
9	KK011, KK012, KK015	<i>septicemia</i>	1				
10	K003, K005, KK014, KK016	Ikan Gurami <i>Herpesvirus (GGV)</i>	1				

Metode perhitungan *likert* tetap diterapkan seperti sebelumnya, dengan memberikan nilai skala dari 5 -1 untuk setiap respon (Sangat Akurat – Sangat Tidak Akurat) dalam setiap pertanyaan. Berikut hasil akhir perhitungan *likert* [15].

Bagian 1: Total Nilai

$$\text{Total Nilai Sangat Setuju (5)} = 5 \times 7 = 35$$

$$\text{Total Nilai Setuju (4)} = 4 \times 2 = 8$$

$$\text{Total Nilai Netral (3)} = 3 \times 1 = 3$$

$$\text{Total Nilai Tidak Setuju (2)} = 2 \times 0 = 0$$

$$\text{Total Nilai Sangat Tidak Setuju (1)} = 1 \times 0 = 0$$

$$\text{Total Nilai} = 35 + 8 + 3 + 0 + 0 = 46$$

Bagian 2: Nilai Tertinggi

$$\text{Nilai Tertinggi} = 5 \times 10 \times 1 = 50$$

Bagian 3: Hasil Akhir

$$\text{Hasil Akhir} = \frac{\text{Total Nilai}}{\text{Nilai Tertinggi}} \times 100\% = \frac{46}{50} \times 100\% = 92\%$$

Hasil akhir menunjukkan pakar memberikan respon positif sebesar 92% terhadap sistem. Dengan hasil di atas 83,33% sistem pakar telah lulus uji beta.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan pembahasan mengenai Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ikan Air Tawar yang dijelaskan pada penjelasan di atas, maka penulis mencoba menarik kesimpulan dalam pencapaian tujuan yang diinginkan. Penelitian ini berhasil merancang aplikasi sistem pakar diagnosis penyakit ikan air tawar berbasis web dengan metode *Inferensi Forward Chaining*. Penggunaan metode RUP dalam pengembangan sistem memastikan proses berjalan terstruktur melalui tahapan *Inception, Elaboration, Construction, dan Transition*. Hasil implementasi aplikasi ini mencakup perancangan *Use Case Diagram, Class Diagram, Activity Diagram, Sequence Diagram, struktur Menu, dan Interface*. Pengujian *Alpha Testing*, aplikasi sistem pakar ini berhasil menghasilkan identifikasi yang akurat sesuai dengan aturan dan basis pengetahuan yang telah ditentukan. Penggunaan metode inferensi *Forward Chaining* dalam sistem pakar diagnosis penyakit ikan air tawar ini memberikan efisiensi dan keakuratan dalam memberikan hasil diagnosis penyakit dan solusi pemberian obat.

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya dalam upaya untuk terus meningkatkan kualitas dan performa sistem pakar diagnosis penyakit ikan air tawar adalah yaitu pengembangan fitur interaktif. Pengembangan fitur interaktif dalam aplikasi sistem pakar ini, seperti sistem tanya jawab atau penggunaan media visual untuk membantu pengguna memahami proses diagnosa dan hasil yang diberikan oleh sistem pakar

REFERENSI

- [1] Z. Hakim and R. Rizky, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ikan Mas Menggunakan Metode Certainty Factor Di UPT Balai Budidaya Ikan Air Tawar Dan Hias Kabupaten Pandeglang Banten," *J. Tek. Inform. Unis*, vol. 7, no. 2, pp. 164–169, 2020, doi: 10.33592/jutis.v7i2.399.
- [2] I. D. Rina and D. K. Lia, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Pada Ikan Hias Air Tawar Dengan Fuzzy Inference System," *Joutica*, vol. 4, no. 1, p. 194, 2019, doi: 10.30736/jti.v4i1.284.
- [3] R. Thenardo and M. Siddik, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Ikan Hias Air Tawar Menggunakan Metode Forward Chaining dan Theorema Bayes Berbasis Web," *J. Mhs. Apl. ...*, vol. 2, no. 2, pp. 1–11, 2021.
- [4] N. Oktober, R. Stefani, and S. Kom, "Jurnal Riset Rumpun Ilmu Hewani (JURRIH) Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Ikan Koi," vol. 1, no. 2, pp. 16–30, 2022.
- [5] H. N. Suhardjito, "Sistem Pakar Penyakit Ikan Gurame Pada Pembudidayaan Menggunakan Metode Forward Chaining," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 3, no. 1, pp. 123–128, 2019.
- [6] A. B. R. M. Ramaddan Julianti, Siti Maisaroh, "Aplikasi Diagnosis Penyakit Ikan Lele Dengan Algoritma Forward Chaining Berbasis Websit," vol. 10, no. 1, 2020.
- [7] B. H. Hayadi, *Sistem Pakar*. Deepublish, 2018.
- [8] R. Brachman and H. Levesque, *Knowledge Representation and Reasoning*. in The Morgan Kaufmann Series in Artificial Intelligence. Elsevier Science, 2004.
- [9] A. P. Kusuma and M. Sari, "Perbandingan Metode Forward Chaining Dan Backward Chaining Pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ikan Lele Sangkuriang," *Antivirus J. Ilm. Tek. Inform.*, vol. 13, no. 1, pp. 59–71, 2019, doi: 10.35457/antivirus.v13i1.727.
- [10] M. Maruloh and M. N. Susila, "Penerapan Aplikasi Pakar dengan Inferensi Forward Chaining untuk Diagnosa Penyakit Ikan Bawal (Studi kasus: Pemancingan Amarpura Serpong)," *J. Tek. Inform.*, vol. IV, no. 1, pp. 67–74, 2018.
- [11] M. T. Jones, *Artificial Intelligence: A Systems Approach: A Systems Approach*. Jones & Bartlett Learning, 2008.
- [12] P. Kroll and P. Kruchten, *The Rational Unified Process Made Easy: A Practitioner's Guide to the RUP*. in Addison-Wesley object technology series. Addison-Wesley, 2003.
- [13] J. Rumbaugh, I. Jacobson, and G. Booch, *The Unified Modeling Language Reference Manual*, vol. 53, no. 9. 2021.
- [14] I. Nurhayati, S. Lestanti, and S. N. Budiman, "Sistem Pakar Sistem Pakar Diagnosis Hama Dan Penyakit Tanaman Bonsai Menggunakan Metode Forward Chaining," *J. Algoritma*, vol. 3, no. 1, pp. 71–81, 2022, doi: 10.35957/algoritme.v3i1.3343.
- [15] D. Marcelina, E. Yulianti, and Z. R. Mair, "Penerapan Metode Forward Chaining Pada Sistem Pakar Identifikasi Penyakit Tanaman Kelapa Sawit," *J. Ilm. Inform. Glob.*, vol. 13, no. 2, 2022, doi: 10.36982/jiig.v13i2.2299.