

IMPLEMENTASI METODE *FORWARD CHAINING* DAN *CERTAINTY FACTOR* PADA SISTEM PAKAR PENYAKIT IKAN CUPANG

Devandi Kurnia Restu Andika¹⁾, Irma Rofni Wulandari²⁾

^{1,2)} *Sistem Informasi Universitas Amikom Yogyakarta*
email : devandi.andika@students.amikom.ac.id¹⁾, rofni@amikom.ac.id²⁾

Abstraksi

Penyakit ikan cupang dapat menyebabkan kerugian bagi peternak ikan cupang dan menurunkan kualitas ikan. Ketersediaan informasi dan pakar tentang penyakit ikan masih terbatas, sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat memberikan diagnosis dan solusi secara cepat. Sistem pakar dapat memberikan rekomendasi solusi atau kesimpulan untuk masalah. Pengetahuan mengenai penyakit pada ikan cupang diperoleh berdasarkan studi literatur dan wawancara dari pakar yang digunakan untuk mendiagnosis penyakit berdasarkan gejala yang muncul. Penentuan penyakit dalam sistem pakar ini menggunakan metode forward chaining dan certainty factor. Metode forward chaining digunakan untuk memulai proses inferensi dan certainty factor digunakan untuk menentukan tingkat kepastian diagnosis yang dikombinasikan dengan keyakinan pakar terhadap penyakit yang sedang dihadapi dan keyakinan pengguna terhadap gejala yang dipilih. Basis pengetahuan yang terdapat pada sistem pakar mencakup 8 jenis penyakit dan 30 gejala. Penelitian ini berhasil dalam menerapkan metode forward chaining dan certainty factor dengan pengujian hasil blackbox sistem berfungsi sesuai yang diharapkan dan sistem memiliki akurasi diagnosa sebesar 83,3%.

Kata Kunci :

Ikan Cupang, Sistem Pakar, Forward Chaining, Certainty Factor

Abstract

Betta fish diseases can cause losses for Betta fish breeders and reduce the quality of the fish. The availability of information and experts about fish diseases is still limited, so a system is needed that can provide a diagnosis and solution quickly. Expert systems can provide recommended solutions or conclusions to problems. Knowledge about diseases in Betta fish is obtained based on literature studies and interviews with experts which are used to diagnose diseases based on the symptoms that appear. Determining disease in this expert system uses the forward chaining method and certainty factor. The forward chaining method is used to start the inference process and the certainty factor is used to determine the level of certainty of the diagnosis combined with the expert's belief in the disease being faced and the user's belief in the selected symptoms. The knowledge base contained in the expert system includes 8 types of disease and 30 symptoms. This research was successful in implementing the forward chaining and certainty factor methods by testing the black box results, the system functioned as expected and the system had a diagnostic accuracy of 83.3%.

Keywords :

Betta Fish, Expert System, Forward Chaining, Certainty Factor

Pendahuluan

Ikan cupang merupakan ikan air tawar yang banyak dibudidayakan saat ini oleh kalangan pecinta ikan hias dan ikan adu. Banyak masyarakat Indonesia antusias dengan kehadiran ikan cupang. Ikan cupang memiliki keindahan yang khas, warna yang tidak biasa, gerakan yang memukau, dan bentuk tubuh yang unik. Ikan cupang juga memiliki nilai tersendiri karena dapat digunakan untuk keperluan pameran dan dijual dengan harga mahal. Ikan hias yang memiliki nama *Betta splendens* lebih agresif dibandingkan ikan hias lainnya dalam mempertahankan wilayah kekuasaannya [1]. Selain memiliki sifat agresif, ikan cupang rentan terhadap beberapa penyakit yang disebabkan oleh parasit, jamur, dan bakteri. Penyakit pada ikan cupang dapat menyebabkan kerugian bagi peternak karena dapat menurunkan kualitas dan kesehatan ikan, serta

meningkatkan kematian. Upaya untuk mengatasi masalah yang berkaitan dengan kesehatan ikan cupang yaitu dengan melakukan perawatan ikan cupang yang terserang penyakit secara tepat dan optimal. Perawatan ikan cupang tergolong mudah, akan tetapi banyak penggemar ikan cupang yang belum mengetahui cara dalam perawatannya. Hal ini mengakibatkan banyak keluhan dari beberapa pecinta ikan cupang ketika ikan cupang sering mengalami sakit. Keterbatasan informasi dan dokter yang sulit dijangkau, membuat penggemar ikan cupang lebih memilih untuk mengobati ikan cupangnya sendiri daripada membawanya ke dokter sehingga terjadi kematian pada ikan cupang karena lambatnya penanganan. Pemahaman dan pengetahuan yang kurang dari pembudidaya ikan cupang mengakibatkan kesulitan dalam mendiagnosis gejala-gejala yang ditimbulkan.

Sistem pakar merupakan teknologi yang dapat diterapkan untuk mendiagnosa penyakit [2].

Sistem pakar berupa sistem komputer yang meniru kemampuan dari pakar[3]. Pengetahuan dari seorang pakar akan dimasukkan kedalam komputer. Sistem pakar memiliki dua lingkungan yaitu lingkungan pengembangan dan konsultasi. Pada bagian pengembangan, tugas pembangun sistem adalah menanamkan pengetahuan para ahli ke dalam basis pengetahuan [4]. Pengambilan keputusan dapat dibantu dengan adanya sistem pakar yang seolah-olah seperti pakar[5]. Sistem pakar bekerja dengan menggunakan metode analisis dan pengetahuan yang telah didefinisikan oleh seorang pakar [6][7]. Salah satu metode pada sistem pakar adalah *Certainty Factor* yang dapat menggambarkan keyakinan seorang pakar dengan mendefinisikan ukuran kepastian terhadap fakta [8]. *Certainty Factor* memiliki kelebihan yaitu menghindari inkonsistensi pada saat pengambilan kesimpulan [9]. *Forward chaining* merupakan mesin inferensi sebagai pelacakan kedepan dengan menginputkan informasi kemudian menghasilkan kesimpulan dengan aturan IF-Then [10].

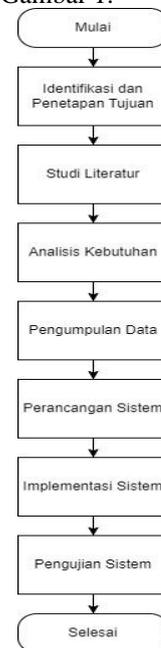
Tinjauan Pustaka

Pada penelitian terdahulu, Implementasi metode *Dampster Shafer* pada sistem cerdas untuk mendiagnosa penyakit ikan cupang berhasil diimplementasikan oleh penelitian [11] dengan 7 penyakit dan 23 gejala. Aplikasi tersebut dapat melakukan diagnosis awal penyakit yang diderita dan memberikan hasil diagnosa penyakit. Penelitian oleh [12] menggunakan metode Naïve Bayes untuk mendiagnosa penyakit pada ikan cupang dengan 7 penyakit dan 15 gejala, menghasilkan kesimpulan bahwa naïve bayes berhasil diterapkan pada aplikasi sistem pakar untuk menghasilkan diagnosa penyakit beserta solusi pengobatannya. Metode *Case Based Reasoning* dengan algoritma *Similiaritas Sorgenfrei* dan *K-Nearest Neighbor* berhasil diimplementasikan oleh penelitian [13] dengan 13 penyakit dan 30 gejala, metode tersebut dapat digunakan untuk mengetahui penyakit dengan memberikan bobot pada setiap gejala dan sistem akan otomatis menampilkan 5 (lima) penyakit tertinggi. E-Diagnosa dirancang oleh [14] untuk mendiagnosa penyakit pada ikan cupang menggunakan metode *Certainty Factor* dengan hasil pengujian dan implementasi berhasil memberikan diagnosa penyakit pada ikan cupang sehingga metode *Certainty Factor* dapat diterapkan dan digunakan dalam penyelesaian masalah. Metode *Forward Chaining* dan *Theorema Bayes* diimplementasikan kedalam sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit ikan hias air tawar oleh [15] memperoleh hasil bahwa metode tersebut dapat membantu dalam pemberian nilai kepastian untuk penyakit pada ikan hias. Aplikasi sistem pakar menggunakan metode *Forward Chaining* dapat diterapkan pada sistem pakar untuk mengetahui jenis penyakit pada ikan cupang [16].

Certainty Factor dapat diterapkan untuk sistem pakar dalam mendiagnosa penyakit ikan yang disebabkan oleh parasit dengan tingkat kepercayaan 95% [17]. Pada penelitian ini akan merancang sistem pakar dengan mengimplementasikan metode *Forward Chaining* Dan *Certainty Factor*. Metode *forward chaining* digunakan untuk memulai proses inferensi dan *certainty factor* digunakan untuk menentukan tingkat kepastian diagnosis yang dikombinasikan dengan keyakinan pakar terhadap penyakit yang sedang dihadapi dan keyakinan pengguna terhadap gejala yang dipilih sehingga diharapkan dapat memberikan diagnosa penyakit ikan cupang dan membantu peternak ikan cupang dalam mengatasi penyakit ikan cupang.

Metode Penelitian

Pada penelitian ini, tahapan-tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Berdasarkan tahapan penelitian pada Gambar 1, maka dapat diuraikan masing-masing tahapan berikut:

- a. Identifikasi dan Penerapan Tujuan
Pada tahapan ini identifikasi masalah dilakukan kemudian dirumuskan untuk dipecahkan, rumusan masalahnya adalah bagaimana membangun sistem pakar yang dapat memberikan diagnosa penyakit ikan cupang sehingga membantu peternak ikan cupang dalam mengatasi penyakit yang diderita serta penentuan tujuan yang ingin dicapai adalah merancang sistem pakar yang dapat membantu mendiagnosa penyakit ikan cupang dengan menerapkan metode *forward chaining* dan *certainty factor*.
- b. Studi Literatur
Studi literatur dilakukan dengan melakukan pencarian literatur dari berbagai sumber seperti

buku dan jurnal untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai topik yang diteliti dan kajian pada penelitian-penelitian terdahulu.

c. Analisis Kebutuhan

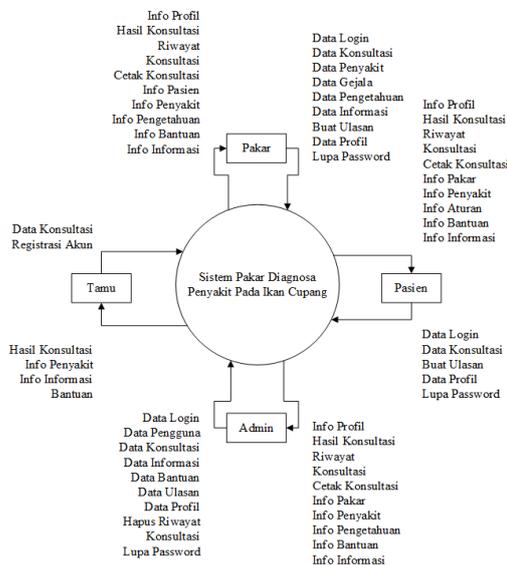
Pada tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk mendapatkan kebutuhan pengguna. Berikut ini adalah persyaratan untuk keempat jenis pengguna sistem Kebutuhan Pengguna Tamu, Kebutuhan Pengguna Terdaftar, Kebutuhan Pakar, Kebutuhan Admin.

d. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini pengumpulan data dilakukan untuk membangun basis pengetahuan. Pengumpulan data dilakukan dengan metode wawancara dengan pakar. Data-data ini berupa fakta-fakta penyakit, gejala, pengobatan, pencegahan atau informasi lainnya yang berguna untuk sistem pakar. Analisis data dilakukan untuk mengolah data mentah menjadi data siap pakai untuk membangun basis pengetahuan.

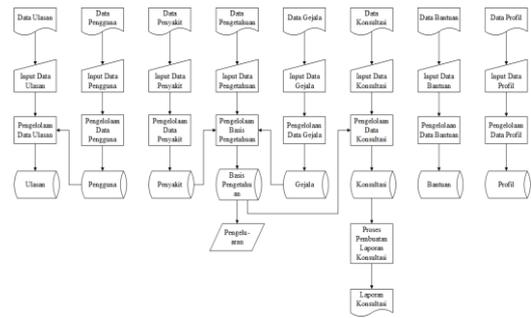
e. Perancangan Sistem

Perancangan sistem meliputi perancangan basis data, proses sistem dan rancangan desain antarmuka sistem pakar untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang sesuai dengan spesifikasi dan tujuan yang ditetapkan. Diagram konteks digunakan untuk menggambarkan hubungan antara sistem pakar dan lingkungan atau pemakainya. Diagram konteks dijabarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Konteks

Flowchart sistem merepresentasikan visual yang digunakan untuk menggambarkan aliran proses dalam sistem. Flowchart sistem ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Sistem

f. Implementasi Sistem

Implementasi sistem pakar berdasarkan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Pengembangan sistem berdasarkan model yang telah dirancang seperti mengkodekan dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP, integrasi komponen sistem dan basis data, serta pembuatan antarmuka pengguna. Selain itu, basis pengetahuan diinputkan ke dalam sistem pakar agar dapat digunakan untuk proses inferensi diagnosa. Metode yang digunakan dalam sistem pakar ini adalah *forward chaining* dan *certainty factor*. Rumus dasar dari *certainty factor* dapat dilihat pada persamaan 1 [18].

$$CF[h, e] = MB[h, e] - MD[h, e] \quad (1)$$

Keterangan:

CF[h,e] = *Certainty Factor* (faktor kepastian) dalam hipotesis h yang dipengaruhi oleh fakta e

MB[h,e]= *Measure of Belief* (tingkat keyakinan), adalah ukuran kepercayaan hipotesis h dipengaruhi oleh fakta e

MD[h,e]= *Measure of Disbelief* (tingkat tidakyakinan), adalah ukuran ketidakpercayaan hipotesis h dipengaruhi fakta e

h = Hipotesa

e = Evidence

Adapun rumus untuk melakukan perhitungan CF Gabungan jika *CF(x)* dan *CF(y)* keduanya positif yaitu, Lutfitadewi dalam [19]:

$$CF(x, y) = CF(x) + (CF(y) * (1 - CF(x))) \quad (2)$$

g. Pengujian Sistem

Pada tahap ini dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa sistem pakar yang dibuat dapat berjalan dengan baik dan memberikan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian. Pengujian *blackbox* terhadap sistem dilakukan untuk melihat fungsionalitas sistem apakah semua komponen sistem berfungsi dengan benar dan membandingkan hasil diagnosa yang diberikan oleh sistem dengan diagnosa yang diberikan oleh pakar untuk mengevaluasi keakuratan sistem pakar.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan metode dan perancangan yang telah dilakukan maka diperoleh hasil :

1. Analisis Gejala dan Penyakit

Berdasarkan hasil wawancara dengan pakar, diperoleh sembilan data penyakit pada ikan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Penyakit

Kode Penyakit	Nama Penyakit
P01	Bintik Putih
P02	Busuk Sirip
P03	Infeksi Jamur Kulit
P04	Kolumnaris
P05	Sisik Nanas
P06	Insang Merah
P07	Mata Bengkak
P08	Bintik Emas
P09	Kembung

Terdapat tiga puluh data gejala. Daftar gejala dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Gejala

Kode Gejala	Nama Gejala
G01	Terdapat Bintik-bintik Putih Pada Tubuh dan Sirip
G02	Nafsu Makan Berkurang
G03	Warna Cupang Pudar atau Memucat
G04	Sirip Cupang Menguncup
G05	Sirip Mengalami Kerontokan dan Kerusakan
G06	Ada Warna Gelap Atau Kemerahan Di Pinggiran Sirip
G07	Muncul Bercak Putih Di Sirip Seperti Gumpalan Kapas
G08	Cupang Kurang Aktif dan Lemah
G09	Tampak Kesulitan Bernafas
G10	Infeksi Pada Mulut Cupang
G11	Infeksi pada Mata Cupang
G12	Perut Cupang Membengkak Besar
G13	Sisik Cupang Melebar Seperti Kulit Nanas
G14	Mata Cupang Membengkak
G15	Mata Diselimuti Selaput Lendir
G16	Terdapat Garis atau Bintik Putih Di Mulut Cupang
G17	Kotoran Memanjang Berwarna Putih Dan Menggumpal
G18	Pembengkakan Pada Insang Cupang
G19	Tutup Insang Cupang Selalu Terbuka
G20	Terdapat Borok Atau Lesi Pada Tubuh Cupang
G21	Terdapat Bintik-bintik Emas Seperti Besi Berkarat Di Badan
G22	Cupang Berenang Terbalik Atau Menyamping
G23	Sering Menabrak Dinding Akuarium
G24	Tidak Bisa Buang Kotoran
G25	Insang Jarang Terbuka
G26	Sirip Ikan Membusuk
G27	Perubahan Warna Insang
G28	Warna Insang Terlihat Memerah
G29	Pergerakan Insang Cepat
G30	Sisik Rontok Atau Terlepas

Terdapat relasi yang erat antara penyakit dan gejala. Setiap penyakit pada ikan cupang memiliki gejala khas yang dapat dikenali dan diidentifikasi oleh pakar. Dalam sistem pakar, gejala yang terlihat pada ikan cupang akan digunakan sebagai masukan untuk menghasilkan suatu diagnosis yang tepat.

Dengan demikian, pemahaman yang baik mengenai relasi antara penyakit dan gejala sangat penting dalam membangun sistem pakar yang akurat dan andal untuk membantu dalam penanganan masalah kesehatan hewan peliharaan. Relasi penyakit dan gejala dijabarkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Relasi Penyakit dan Gejala

Kode Gejala	Kode Penyakit								
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
G01	✓								
G02	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
G03	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓
G04	✓								
G05		✓							
G06		✓							
G07			✓						
G08	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G09						✓			
G10							✓		
G11							✓		
G12					✓				✓
G13					✓				
G14							✓		
G15							✓		
G16		✓	✓	✓					
G17									✓
G18						✓			
G19						✓			
G20				✓					
G21								✓	
G22									✓
G23	✓								
G24					✓				✓
G25					✓				
G26		✓	✓						
G27				✓					
G28						✓			
G29								✓	
G30						✓			

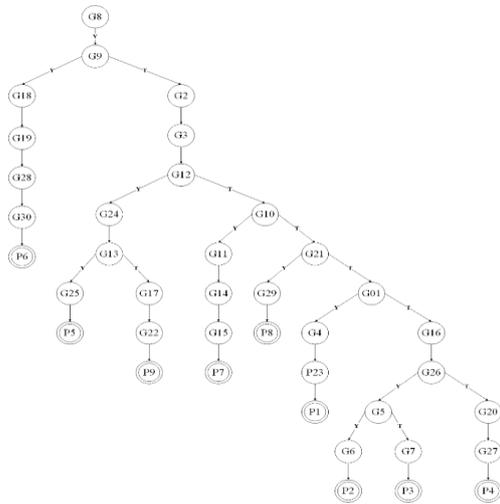
2. Penerapan Forward Chaining dan Certainty Factor

Proses diagnosa menggunakan metode inferensi maju (*forward chaining*) yaitu dengan melakukan pelacakan yang dimulai dari menginputkan masukan berupa gejala dan menggambarkan kesimpulannya dan dikombinasikan dengan *Certainty Factor*. Tabel kaidah produksi ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kaidah Produksi

Kode Penyakit	Aturan
P01	JIKA G01 DAN G02 DAN G03 DAN G04 DAN G08 DAN G23 MAKA P01
P02	JIKA G02 DAN G03 DAN G05 DAN G06 DAN G08 DAN G16 DAN G26 MAKA P02
P03	JIKA G02 DAN G03 DAN G07 DAN G08 DAN G16 DAN G26 MAKA P03
P04	JIKA G02 DAN G03 DAN G08 DAN G16 DAN G20 DAN G27 MAKA P04
P05	JIKA G02 DAN G03 DAN G08 DAN G12 DAN G13 DAN G24 DAN G25 MAKA P05
P06	JIKA G08 DAN G09 DAN G18 DAN G19 DAN G28 DAN G30 MAKA P06
P07	JIKA G02 DAN G03 DAN G08 DAN G10 DAN G11 DAN G14 DAN G15 MAKA P07
P08	JIKA G02 DAN G03 DAN G08 DAN G21 DAN G29 MAKA P08
P09	JIKA G02 DAN G03 DAN G08 DAN G12 DAN G17 DAN G22 DAN G24 MAKA P09

Pohon keputusan digunakan untuk memperlihatkan serangkaian keputusan yang harus diambil untuk mencapai tujuan dari masalah yang diberikan. Pohon keputusan dijabarkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pohon Keputusan

Metode *certainty factor* digunakan untuk mengukur kepastian atau keyakinan dalam pengambilan keputusan berdasarkan pengetahuan yang ada. Terdapat 9 jenis penyakit yang termasuk ke dalam basis pengetahuan, dilengkapi dengan deskripsi penyakit, tata cara pengobatan dan pencegahan. Berikut adalah tabel akuisisi pengetahuan ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Akuisisi Pengetahuan

Kode Penyakit	Kode Gejala	Nama Gejala	Nilai CF
P01	G01	Terdapat bintik-bintik putih pada tubuh dan Sirip	0.8
	G02	Nafsu Makan Berkurang	0.4
	G03	Warna Cupang Pudar atau Memucat	0.4
	G04	Sirip Cupang Menguncup	0.6
	G08	Cupang Kurang Aktif dan Lemah	0.6
	G23	Sering Menabrak Dinding Akuarium	0.6
P02	G02	Nafsu Makan Berkurang	0.0
	G03	Warna Cupang Pudar atau Memucat	0.4
	G05	Sirip Mengalami Kerontokan dan Kerusakan	0.8
	G06	Ada Warna Gelap Atau Kemerahan Di Pinggiran Sirip	0.8
	G08	Cupang Kurang Aktif dan Lemah	0.4
P03	G16	Terdapat Garis atau Bintik Putih Di Mulut Cupang	0.0
	G26	Sirip Ikan Membusuk	0.8
	G02	Nafsu Makan Berkurang	0.6
	G03	Warna Cupang Pudar atau Memucat	0.2
	G07	Muncul Bercak Putih Di Sirip Seperti Gumpalan Kapas	0.8
G08	Cupang Kurang Aktif dan Lemah	0.4	

Tabel 5. Lanjutan

Kode Penyakit	Kode Gejala	Nama Gejala	Nilai CF
P04	G16	Terdapat Garis atau Bintik Putih Di Mulut Cupang	0.6
	G26	Sirip Ikan Membusuk	0.4
	G02	Nafsu Makan Berkurang	0.2
	G03	Warna Cupang Pudar atau Memucat	0.2
P05	G08	Cupang Kurang Aktif dan Lemah	0.4
	G16	Terdapat Garis atau Bintik Putih Di Mulut Cupang	0.6
	G20	Terdapat Borok Atau Lesi Pada Tubuh Cupang	0.6
	G27	Perubahan Warna Insang	0.6
	G02	Nafsu Makan Berkurang	0.6
	G03	Warna Cupang Pudar atau Memucat	0.4
	G08	Cupang Kurang Aktif dan Lemah	0.6
	G12	Perut Cupang Membengkak Besar	0.8
	G13	Sisik Cupang Melebar Seperti Kulit Nanas	1.0
	G24	Tidak Bisa Buang Kotoran	0.4
P06	G25	Insang Jarang Terbuka	0.4
	G08	Cupang Kurang Aktif dan Lemah	0.4
	G09	Tampak Kesulitan Bernafas	0.8
	G18	Pembengkakan Pada Insang Cupang	0.6
P07	G19	Tutup Insang Cupang Selalu Terbuka	0.8
	G28	Warna Insang Terlihat Memerah	0.6
	G30	Sisik Rontok Atau Terlepas	0.4
	G02	Nafsu Makan Berkurang	0.4
P08	G03	Warna Cupang Pudar atau Memucat	0.2
	G08	Cupang Kurang Aktif dan Lemah	0.4
	G10	Infeksi Pada Mulut Cupang	0.4
	G11	Infeksi pada Mata Cupang	0.8
	G14	Mata Cupang Membengkak	1.0
	G15	Mata Diselimuti Selaput Lendir	0.4
	G02	Nafsu Makan Berkurang	0.4
	G03	Warna Cupang Pudar atau Memucat	0.6
	G08	Cupang Kurang Aktif dan Lemah	0.4
	G21	Terdapat Bintik-bintik Emas Seperti Besi Berkarat Di Badan	1.0
P09	G29	Pergerakan Insang Cepat	0.4
	G02	Nafsu Makan Berkurang	0.6
	G03	Warna Cupang Pudar atau Memucat	0.0
	G08	Cupang Kurang Aktif dan Lemah	0.4
	G12	Perut Cupang Membengkak Besar	0.8
G17	Kotoran Memanjang Berwarna Putih Dan Menggumpal	0.4	
G22	Cupang Berenang Terbalik Atau Menyamping	0.8	
G24	Tidak Bisa Buang Kotoran	0.4	

Metode *certainty factor* pada penelitian ini menggunakan rumus cf sekuensial dan cf gabungan. Sistem akan memberikan hasil diagnosa setelah menerima data masukan berupa pilihan keyakinan

terhadap suatu gejala. Data masukan tersebut merupakan pilihan dari pengguna terkait gejala yang dirasakan, dan nilai interpretasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Interpretasi Certainty Factor

No.	Pilihan	CF
1	Pasti Ya	1.0
2	Hampir Pasti Ya	0.8
3	Kemungkinan Besar Ya	0.6
4	Mungkin Ya	0.4
5	Tidak Tahu	0.2 – -0.2
6	Mungkin Tidak	-0.4
7	Kemungkinan Besar Tidak	-0.6
8	Hampir Pasti Tidak	-0.8
9	Pasti Tidak	-1.0

Setelah aturan produksi dibuat, selanjutnya adalah melakukan percobaan diagnostik untuk memastikan *Forward Chaining* yang dikombinasikan dengan *Certainty Factor* dapat berjalan dengan baik. Proses perhitungan pada sistem ini ditunjukkan sebagai contoh seorang penggemar ikan cupang sedang kesulitan mengidentifikasi penyakit yang diderita seekor cupangnya. Melalui pengamatan yang dilakukan, ikan cupang miliknya terjangkit suatu penyakit dengan tanda gejala nafsu makan berkurang, warna ikan cupang memudar dan sirip menguncup. Diketahui:

- Nafsu Makan Berkurang (G02) merupakan gejala dari penyakit P01,P02,P03,P04 ,P05,P07,P08, dan P09
- Warna Cupang Pudar atau Memucat (G03) merupakan gejala dari penyakit P01,P02,P03,P04 ,P05,P07,P08, dan P09
- Sirip Cupang Menguncup (G04) merupakan gejala dari penyakit P01

Pada simulasi perhitungan dapat menentukan nilai kemungkinan ikan cupang terkena penyakit bintik putih. Langkah yang sama juga digunakan untuk menentukan kemungkinan ikan cupang terkena penyakit lain seperti busuk sirip, infeksi jamur kulit, kolumnaris, sisik nanas, mata bengkak, bintik emas, dan kembang. Penilaian pakar mengenai gejala tersebut dapat ditemukan pada tabel 5 akuisisi pengetahuan. Pemilihan gejala yang dilakukan oleh pengguna berdasarkan tingkat keyakinan masing-masing gejala dapat diketahui:

- Nafsu Makan Berkurang (G02) dengan pilihan Pasti Ya 0.8
- Warna Cupang Pudar atau Memucat (G03) dengan pilihan Pasti Ya 0.8
- Sirip Cupang Menguncup (G04) dengan pilihan Pasti Ya 0.8

Nilai CF yang diperoleh bernilai keduanya positif, maka dapat menggunakan persamaan 2.

$$G02 = 0.8 * 0.4 = 0,32$$

$$G03 = 0.8 * 0.4 = 0,32$$

$$G04 = 0.8 * 0.6 = 0,48$$

$$CF A = CF(G02) + CF(G03) * (1 - CF(G02)) = 0.32 + 0.32 * (1-0,32) = 0,537$$

$$CF B = CF(A) + CF(G04) * (1 - CF(A)) = 0.537 + 0.48 * (1-0,537) = 0,759$$

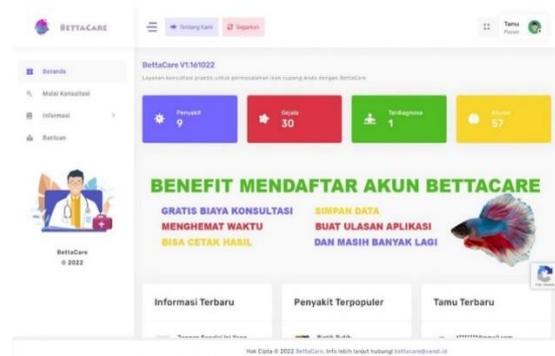
Dengan menggunakan perhitungan tersebut, sistem pakar dapat memberikan diagnosis bahwa ikan cupang diduga menderita penyakit bintik putih dengan gejala G02, G03, dan G04 dengan tingkat keyakinan sebesar 0,76.

3. Implementasi Antarmuka Sistem

Implementasi antarmuka dari sistem pakar yang dibangun adalah sebagai berikut:

a. Tampilan Halaman Beranda

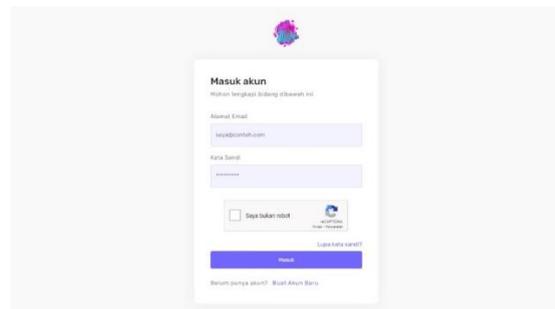
Halaman beranda merupakan halaman utama dari aplikasi sistem pakar, halaman beranda menampilkan tab jumlah basis data, informasi terbaru, penyakit terpopuler dan tamu terbaru yang melakukan konsultasi. Berikut merupakan gambar halaman beranda yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Halaman Beranda

b. Tampilan Halaman Masuk Akun

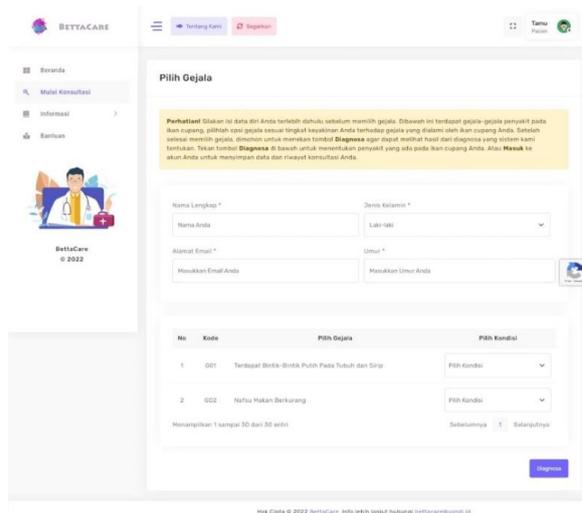
Halaman masuk akun berfungsi sebagai autentikasi pengguna agar bisa masuk ke sistem pakar. Halaman Masuk Akun dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Halaman Masuk Akun

c. Tampilan Halaman Diagnosa

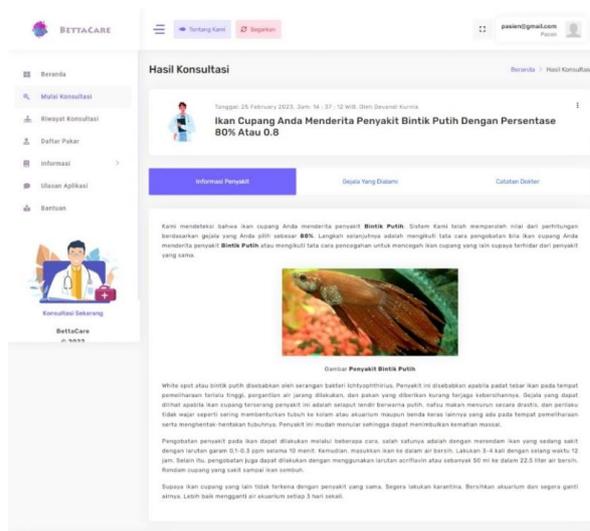
Halaman diagnosa merupakan halaman untuk melakukan konsultasi secara daring. Pada halaman ini pengguna diminta untuk memilih gejala berdasarkan pengamatan pemilik ikan cupang. Berikut merupakan halaman diagnosa yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Halaman Diagnosa

d. Tampilan Halaman Hasil Diagnosa

Halaman hasil diagnosa merupakan halaman yang menampilkan hasil konsultasi. Halaman ini berisi informasi mengenai penyakit yang diderita ikan cupang, gejala yang dipilih dan catatan dokter. Halaman ini juga menampilkan seberapa yakin ikan cupang Anda terkena penyakit. Berikut merupakan gambar halaman hasil diagnosa yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Halaman Hasil Diagnosa

4. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan agar untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan berfungsi dengan baik dan memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

4.1 Pengujian Blackbox

Pengujian *blackbox* mengacu pada pengujian yang hanya memeriksa hasil eksekusi menggunakan data uji, dan memeriksa fungsionalitas perangkat lunak. Hasil pengujian *blackbox* dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Pengujian Blackbox Masuk Akun

No.	Input	Output	Kesimpulan
1	Menekan tombol “Masuk” dalam keadaan tanpa mengisi bidang email dan kata sandi	Sistem menampilkan notifikasi masalah “Verifikasi Gagal”	Sesuai
2	Memasukkan bidang email dan kata sandi tanpa melakukan centang captcha	Sistem menampilkan notifikasi masalah “Verifikasi Gagal”	Sesuai
3	Memasukkan informasi salah pada bidang email dan kata sandi	Sistem menampilkan pesan masalah “Email Atau Kata Sandi Salah”	Sesuai
4	Memasukkan email dan kata sandi dengan benar serta melakukan centang captcha	Sistem akan masuk ke halaman dasbor pengguna	Sesuai

Tabel 8. Pengujian Blackbox Diagnosa

No.	Input	Output	Kesimpulan
1	Menekan tombol “Diagnosa” dalam keadaan tanpa mengisi bidang yang diperlukan untuk konsultasi	Sistem menampilkan pesan “Nama lengkap tidak boleh kosong!”	Sesuai
2	Mengisi dengan simbol yang tidak di izinkan pada bidang yang diperlukan untuk diagnose	Sistem menampilkan notifikasi “Nama lengkap tidak valid!”	Sesuai
3	Mengisi bidang yang diperlukan untuk diagnosa dengan benar tanpa melakukan pemilihan kondisi gejala	Sistem menampilkan halaman hasil konsultasi dengan keterangan “Ikan Cupang Anda Tidak Menderita Penyakit”	Sesuai
4	Mengisi bidang yang diperlukan untuk diagnosa dengan benar serta melakukan pemilihan kondisi gejala	Sistem menampilkan halaman hasil konsultasi penyakit berdasarkan gejala yang dipilih	Sesuai

4.2 Pengujian Hasil Diagnosa

Untuk mengetahui seberapa efektif sistem pakar ini, diperlukan analisis lebih lanjut untuk membandingkan antara pengujian manual dan pengujian nyata pada sistem. Hasil pengujian akan menentukan apakah sistem pakar dapat diandalkan dan layak digunakan atau tidak. Berikut pengujian hasil diagnosa dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Pengujian Hasil Diagnosa

No.	Hasil		Kesimpulan
	Sistem	Pakar	
1	Bintik Putih	Bintik Putih	Sesuai
2	Busuk Sirip	Busuk Sirip	Sesuai
3	Bintik Emas	Bintik Emas	Sesuai
4	Mata Bengkak	Mata Bengkak	Sesuai
5	Infeksi Jamur Kulit	Infeksi Jamur Kulit	Sesuai
6	Kembung	Kembung	Sesuai

Tabel 9. Lanjutan

No.	Hasil		Kesimpulan
	Sistem	Pakar	
7	Bintik Putih	Bintik Putih	Sesuai
8	Kolumnaris	Kolumnaris	Sesuai
9	Sisik Nanas	Sisik Nanas	Sesuai
10	Radang Insang	Radang Insang	Sesuai
11	Bintik Putih	Bintik Putih	Sesuai
12	Kembung	Kembung	Sesuai
13	Busuk Sirip	Sisik Nanas	Tidak Sesuai
14	Mata Bengkak	Mata Bengkak	Sesuai
15	Sisik Nanas	Sisik Nanas	Sesuai
16	Busuk Sirip	Busuk Sirip	Sesuai
17	Busuk Sirip	Mata Bengkak	Tidak Sesuai
18	Infeksi Jamur K	Infeksi Jamur K	Sesuai
19	Radang Insang	Radang Insang	Sesuai
20	Bintik Putih	Kembung	Tidak Sesuai
21	Sisik Nanas	Sisik Nanas	Sesuai
22	Sisik Nanas	Sisik Nanas	Sesuai
23	Bintik Emas	Bintik Emas	Sesuai
24	Radang Insang	Radang Insang	Sesuai
25	Kembung	Bintik Emas	Tidak Sesuai
26	Kolumnaris	Kolumnaris	Sesuai
27	Radang Insang	Sisik Nanas	Tidak Sesuai
28	Busuk Sirip	Busuk Sirip	Sesuai
29	Mata Bengkak	Mata Bengkak	Sesuai
30	Radang Insang	Radang Insang	Sesuai

Menghitung persentase akurasi sistem dengan persamaan (8)[2][20].

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah kasus yang akurat}}{\text{Total Kasus}} \times 100\% \quad (8)$$

$$Akurasi = \frac{25}{30} \times 100\% = 83,3\%$$

Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa dari 30 sampel yang diujikan dalam sistem menghasilkan 25 hasil yang sama dengan perhitungan manual. pengujian sampel menghasilkan akurasi ketepatan sebesar 83,33%.

Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem pakar diagnosa penyakit pada ikan cupang menggunakan metode *forward chaining* dan *certainty factor* berbasis website. Metode *certainty factor* meningkatkan akurasi diagnosa dan memberikan penjelasan yang lebih detail pada kepercayaan diagnosis. Dari 30 sampel yang diuji memperoleh 25 hasil yang sama dengan diagnosis yang dilakukan oleh pakar. Sistem mampu memberikan tingkat kepercayaan dengan persentase 83,3%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pakar yang dikembangkan dapat menjadi alternatif bagi pemilik ikan cupang dalam mengidentifikasi penyakit yang dialami ikan cupang.

Daftar Pustaka

[1] Z. Abidin and H. P. Puspitasari, *Mina Bisnis Ikan Cupang: Teori dan Aplikasi*. Malang: UB Press, 2018.
 [2] M. A. Nurawan, I. R. Wulandari, Y. Astuti, and W. Widayani, "Implementasi Metode Forward

Chaining dan Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Sinusitis," *Technol. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 1520–1529, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i3.2630.

[3] A. A. Kuncoro, "Sistem Pakar," *teknik-informatika-s1.stekom.ac.id*, 2022. <https://teknik-informatika-s1.stekom.ac.id/informasi/baca/Sistem-Pakar/5d73116e8a1a0f0f8bac081681b0ae02d93343de> (accessed Jun. 30, 2023).
 [4] S. Hartati, *KECERDASAN BUATAN BERBASIS PENGETAHUAN*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2021.
 [5] R. Sulaehani, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kakao Menggunakan Metode Case Base Reasoning (Cbr) Pada Kelompok Tani Gapoktan Desa Makarti Jaya," *Simtek J. Sist. Inf. dan Tek. Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 74–83, 2019, doi: 10.51876/simtek.v4i1.51.
 [6] Y. Wiguna, F. Taufik, and A. H. Nasyuha, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Batu Karang Menggunakan Metode Dempster Shafer," *J-SISKO TECH (Jurnal Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD)*, vol. 5, no. 1, p. 66, 2022, doi: 10.53513/jsk.v5i1.4793.
 [7] B. H. Hayadi, *Sistem Pakar (Penyelesaian Kasus Menentukan Minat Baca, Kecenderungan, dan Karakter Siswa dengan Metode Forward Chaining)*, 1st ed. Yogyakarta: Penerbit Deepublish, 2018.
 [8] R. Rahmi, R. Buaton, and M. Simanjuntak, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Kambing Menggunakan Metode Certainty Factor (Studi Kasus Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kabupaten Langkat, Sumatera Utara)," *J. Inform. Kaputama, Semin. Nas. Inform.*, vol. 6, no. 3, pp. 542–552, 2022.
 [9] Hairani, M. N. Abdillah, and M. Innuddin, "An Expert System for Diagnosis of Rheumatic Disease Types Using Forward Chaining Inference and Certainty Factor Method," *Proc. 2019 4th Int. Conf. Sustain. Inf. Eng. Technol. SIET 2019*, no. March 2020, pp. 104–109, 2019, doi: 10.1109/SIET48054.2019.8986035.
 [10] U. Khasanah, S. Surorejo, and P. S. Ananda, "Penerapan Metode Forward Chaining Pada Penelusuran Kecerdasan Anak," *J. Minfo Polgan*, vol. 11, no. 2, p. 14, Jun. 2022.
 [11] D. H. Pane and M. G. Suryanata, "Sistem Cerdas Berbasis Android Untuk Diagnosa Penyakit Betta Fish (Ikan Cupang) Menggunakan Metode Dempster Shafer," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 1, p. 187, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3414.
 [12] I. M. Fadhil, D. D. S. Fatimah, and D. Kurniadi, "Perancangan Aplikasi Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit pada Ikan Cupang dengan Metode Naive Bayes," *J. Algoritm.*, vol. 16, no. 2, pp. 255–262, 2020, doi: 10.33364/algoritma/v.16-2.255.
 [13] Gi. F. Ramadhan and E. Winarno, "Sistem Diagnosa Penyakit Ikan Menggunakan Metode Case Based Reasoning Dengan Algoritma Similaritas Sorgenfrei dan K-Nearest Neighbor," *J. Ilm. Inform.*, vol. 10, no. 01, pp. 44–50, 2022.
 [14] H. A. Q. Ginting, D. Setiawan, and Hafizah, "E-diagnosa penyakit pada ikan cupang (*beta splendens*) dengan menggunakan metode

- certainty factor,” *J. CyberTech*, vol. 1, no. Oktober, pp. 1–10, 2021.
- [15] 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, [Online]. Available: <http://ejournal.pelitaindonesia.ac.id/JMApTeKsi/index.php/JOM/article/view/571>
- [16] M. P. Santoso, R. Wulan, and S. A. Kemala, “Aplikasi Sistem Pakar Untuk Diagnosis Jenis Penyakit Pada Ikan Cupang Di Gubuk Cupang Hias,” *JRKT (Jurnal Rekayasa Komputasi Ter.*, vol. 1, no. 03, pp. 177–183, 2021, doi: 10.30998/jrkt.v1i03.5837.
- [17] R. Ridlo, A. Hakim, A. Pangestu, and A. Jaenul, “Penerapan Metode Certainty Factor dengan Tingkat Kepercayaan pada Sistem,” vol. 2, no. July, pp. 29–37, 2021.
- [18] E. Musyarofah, R. Mayasari, and A. S. Y. Irawan, “Paper Cf.Pdf,” *TechnéJurnal Ilm. Elektrotek.*, vol. 19, no. 02, pp. 101–112, 2020, [Online]. Available: <https://ojs.jurnaltechne.org/index.php/techne/article/view/234/186>
- [19] E. M. F. Sandi, I. N. Farida, and A. B. Setiawan, “Aplikasi Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Palawija Menggunakan Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor,” *Pros. Semin. Nas. Teknol. Dan Sains*, vol. 1, no. 2, pp. 152–160, 2022.
- [20] S. Mujiyono, I. Adhawiyah, and A. Rohman, *IMPLEMENTASI METODE FORWARD CHAINING DALAM SISTEM PAKAR PENDETEKSI GANGGUAN AUTISM PADA ANAK*. Klaten: Penerbit Lakeisha, 2023.