

Sistem Pakar dalam Identifikasi Penyakit Pada Ikan Nila dengan Menggunakan Metode *Forward Chaining* dan *Certainty Factor*

Alifta Salma Shafira^{*1}, Auliya Burhanuddin², Diandra Chika Fransisca³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika Insitut Teknologi Telkom Purwokerto

E-mail: ^{*1}18102077@ittelkom-pwt.ac.id, ²auliya@ittelkom-pwt.ac.id ³diandra@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak

Ikan nila merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang melimpah dan mudah dibudidayakan karena pertumbuhannya yang sangat cepat. Salah satu kendala dalam pengembangan budidaya ikan nila adalah sulitnya pengendalian hama dan penyakit ikan nila. Petani ikan nila di desa tidak mengetahui penyakit ikan, oleh karena itu, diperlukan seorang ahli di bidang ini. Namun menggunakan tenaga ahli atau ahli ikan tentunya akan menimbulkan masalah, salah satunya terbatasnya ketersediaan di suatu daerah, dan biaya yang cukup besar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sistem pakar untuk mengidentifikasi penyakit pada ikan nila. Tujuan penggunaan sistem pakar adalah sistem yang berusaha mengadopsi atau menyerupai pengetahuan manusia (ahli) ke komputer. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi penyakit pada ikan nila dalam penelitian ini adalah metode *forward chaining* dan metode *certainty factor*. Metode *forward chaining* digunakan karena penelitian ini akan dimulai dengan beberapa fakta dari pengguna kemudian diproses oleh sistem. Metode *certainty factor* digunakan untuk mengatasi ketidakpastian. Data yang digunakan merupakan hasil wawancara dengan pakar ikan nila. Alur kerja sistem diawali dengan menginputkan gejala pada ikan, selanjutnya akan masuk ke proses *forward chaining* untuk menentukan penyakitnya. Kemudian masuk ke *certainty factor* dan hasilnya berupa diagnosis penyakit serta solusinya. Hasil akurasi sistem juga cukup memuaskan sebesar 91.67% dari total pengujian yang telah dilakukan.

Kata Kunci— sistem pakar, *forward chaining*, *certainty factor*

1. PENDAHULUAN

Perkiraan tentang konsumsi pangan dari PBB menunjukkan bahwasannya konsumsi ikan air tawar dunia di 2021 akan mencapai angka 19,6 kg[1]. Potensi perikanan di Indonesia merupakan salah satu yang terbesar di dunia[2]. Adanya peningkatan konsumsi pada ikan tawar tentunya harus bersamaan dengan produksi pada produsen atau petani ikan tawar[3]. Banyaknya ikan tawar yang ada di Indonesia yang dapat dikonsumsi beberapa memiliki tingkat konsumsi tertinggi. Salah ikan tawar yang banyak dikonsumsi masyarakat indonesia yaitu ikan nila yang bernama ilmiah *Oreochromis niloticus*[4]. Kendala terbesar yang dihadapi saat ini dalam pengembangan budidaya perikanan adalah tingginya harga pakan dan sulitnya pengendalian hama, penyakit ikan[5]. Perlunya ahli atau pakar ikan nila dalam mengidentifikasi sebuah penyakit yang menyerang, namun disini yang menjadi kendala bagi petani ikan. Ahli atau pakar ikan nila tentunya membutuhkan biaya yang besar serta ketidakpastian waktu. Tentunya ini tidak seimbang dengan hasil yang akan diperolehnya nanti karena petani ikan pada desa maupun dusun biasanya lahan yang digunakan terbatas. Ahli atau pakar ikan nila tentunya membutuhkan biaya yang besar serta ketidakpastian waktu. Tentunya ini tidak seimbang dengan hasil yang akan

diperolehnya nanti karena petani ikan pada desa maupun dusun biasanya lahan yang digunakan terbatas. Oleh karena itu untuk mengatasi masalah tersebut, maka dirancanlah sistem pakar yang dapat mendeteksi penyakit ikan nila dengan meniru cara kerja ahli atau pakar.

Salah satu cara agar mendapatkan informasi yang tepat dan cepat adalah dengan menggunakan sistem pakar. Sistem pakar merupakan sebuah sistem yang berusaha mengadopsi atau menyerupai pengetahuan manusia (pakar) ke komputer, sehingga komputer dapat menyelesaikan sebuah permasalahan layaknya seorang pakar[6]. Menggunakan data gejala-gejala dari pakar pada bidang tersebut yang ditimbulkan penyakit pada ikan kemudian sistem akan memberikan keluaran berupa penyakit yang dideteksi dengan sistem pakar. Sistem pakar atau expert system bisa disebut juga dengan knowledge base system yaitu sebuah aplikasi pada computer yang diperuntukkan untuk membantu sebuah pengambilan keputusan atau pemecahan persoalan dalam bidang yang lebih spesifik[7].

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Rame R Girsang, dan Hasanul Fahmi (2019) yang berjudul “Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Mata Katarak dengan Metode *Certainty factor* Berbasis Web”. Atribut dari penelitian ini 4 data penyakit dan 9 data gejala penyakit. Perbedaan dengan penelitian ini adalah objek yang digunakan. Sistem dalam penelitian ini dapat berjalan sesuai dengan fungsinya[8]. Pada penelitian tersebut menjadi rujukan dalam penelitian ini sehingga dapat mengetahui bagaimana cara kerja dari metode *Certainty factor* sehingga dapat diterapkan dalam penelitian ini.

Penelitian selanjutnya yaitu Bagus Fery Yanto, et al. (2017) yang berjudul “Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Anak Bawah Lima Tahun Menggunakan Metode Forward Chaining”. Penelitian menggunakan atribut sebanyak 38 data gejala, 18 data gejala penyakit, dan 4 data keluhan. Persamaan dari penelitian ini adalah objek penelitian serta metode yang digunakan. Hasil pengujian menggunakan 50 sampel data, menunjukkan data 41 data menunjukkan hasil yang sama sesuai dengan hasil diagnose pakar sehingga hasil akurasi sebesar 82%[9]. Pada penelitian ini dapat mengetahui cara serta perhitungan metode *Certainty factor* sehingga dapat diterapkan pada penelitian ini.

Penelitian yang dilakukan oleh Indriyani Astuti, et al. (2017) yang berjudul “The Expert System of Children’s Digestive Tract Diseases Diagnostic using Combination of *Forward chaining* and *Certainty factor* Methods”. Penelitian ini menggunakan atribut berupa data gejala serta data penyakit pencernaan pada anak. Perbedaan dengan penelitian ini adalah objek dari penelitian. Hasil penelitian menunjukkan pengujian sistem menyatakan bahwa sistem memiliki akurasi sebesar 100% dengan nilai keyakinan 80,5[10]. Pada penelitian ini menghasilkan nilai akurasi dari perhitungan pengujian serta terdapat nilai keyakinan dari perhitungan *Certainty factor*. Penelitian ini menjadi rujukan untuk penelitian ini sehingga tahu bagaimana cara kedua metode saling melengkapi dalam sistem pakar ini.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Forward Chaining

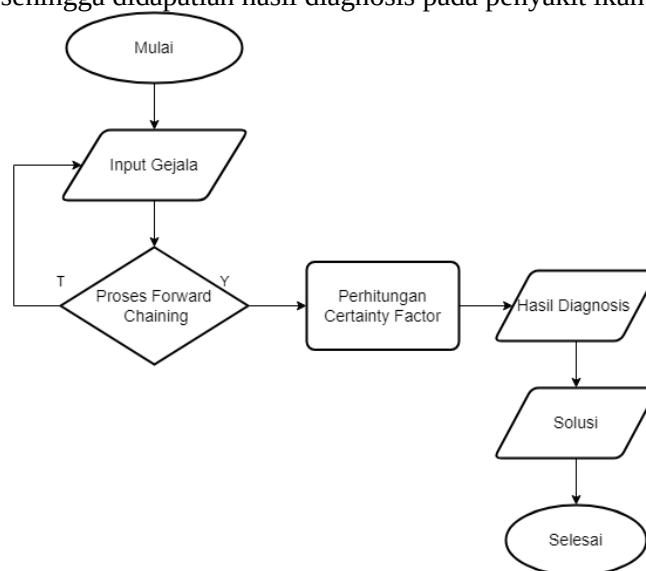
Forward chaining merupakan salah satu sebuah metode dalam bidang penalaran yang dimanfaatkan dalam mesin inferensi, dimana pada metode penalaran ini dimulai dengan sebuah data dan alasan untuk menuju pada suatu jawaban atau kesimpulan[11]. Metode *forward chaining* dimanfaatkan dengan cara penalaran diawali dari sebuah fakta dahulu untuk dapat menguji kebenaran akan hipotesis/ membandingkan fakta atau pernyataan diawali dari sebelah kiri dulu atau IF dulu[12].

2.2 Certainty factor

Certainty factor merupakan nilai sebuah parameter klinis dimana diberikan untuk MYCIN sehingga menunjukkan seberapa besarnya kepercayaan. Teori ini berkembang bersamaan dengan perancangan sistem pakar MYCIN metode ini dimanfaatkan untuk mengatasi sebuah ketidakpastian akan seorang pakar atau ahli[13]. Pada konsep dasar metode Certainty Factor juga banyak dikenal dengan adanya believe dan disbelieve. Believe ialah keyakinan, sedangkan disbelieve ialah ketidakyakinan.

2.3 Perancangan Sistem

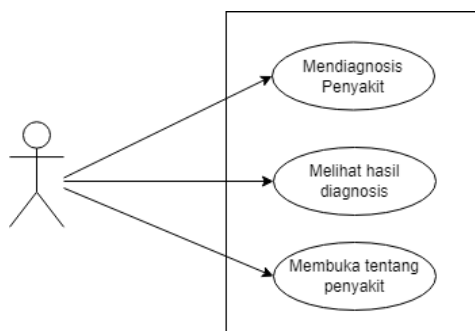
Alur dari sistem pakar ini dimulai dengan tampilan input berupa gejala-gejala ikan nila yang berbentuk pilihan jawaban dengan setiap satu pilihan jawaban terdiri dari tiga pilihan user yang terdiri dari ragu-ragu, mungkin, sangat mungkin, hampir pasti, pasti. Pengguna bebas memilih gejala yang disajikan dan sesuai dengan keadaan ikan nila yang terinfeksi penyakit. Proses selanjutnya yaitu penelusuran berdasarkan input gejala dengan menggunakan metode *forward chaining* atau penalaran maju sehingga menemukan aturan yang sesuai. Setelah menemukan aturan yang memiliki gejala tersebut akan masuk pada proses perhitungan dengan metode *certainty factor* sehingga didapatkan hasil diagnosis pada penyakit ikan nila.



Gambar 1. Flowchart Sistem

Keterangan :

1. Input gejala : Pengguna memilih gejala serta memberikan penilaian gejala sesuai dengan keadaan ikan.
2. Proses forward chaining : Pada proses ini sistem akan mencari penyakit yang sesuai dengan gejala yang diinputkan oleh pengguna.
3. Perhitungan certainty factor : Kemudian data masuk kedalam perhitungan dengan metode CF dimana setiap gejala memiliki bobot terhadap penyakitnya.
4. Hasil diagnosis : Hasil diagnosisnya nantinya akan diurutkan berdasarkan hasil CF dari yang terbesar hingga yang terkecil.
5. Solusi : Selanjutnya muncul juga solusi pada waktu yang sama dari diagnosis sistem dimana yang memiliki solusi yaitu penyakit dengan peringkat paling atas.



Gambar 2. Use Case Diagram

Diagram pada Gambar 2. merupakan gambaran kegiatan dari pengguna dalam menggunakan website yang akan dibangun. Dimana pada diagram diatas user memiliki tiga hal yang dapat dilakukan yang pertama yaitu mendiagnosis penyakit ikan. Pengguna cukup memilih gejala serta penilaian terhadap gejala yang terjadi. Selanjutnya pengguna dapat melihat hasil dari sistem yang berupa kemungkinan-kemungkinan penyakit yang terinfeksi oleh ikan nila. Dan yang terakhir yaitu membuka halaman tentang penyakit-penyakit yang dapat menginfeksi ikan nila berserta dengan gejala serta solusinya.

2.4 Data Penelitian

Penyakit pada ikan nila ditunjukkan pada Tabel I. Ikan nila memiliki tujuh penyakit yang dapat menginfeksi dengan gejala tertentu. Gejala yang terdapat pada ikan nila yang terinfeksi penyakit Tabel 2.

Tabel 1. Penyakit

Kode	Nama Penyakit
P1	Parasit
P2	Bakteri
P3	Virus
P4	Jamur
P5	Bakteri Streptococcus
P6	Bakteri Francisella
P7	Tilv (Tilapia Lake Virus)

Tabel 2. Gejala

Kode	Nama Gejala
G01	Menggosokkan badan ke dinding kolam atau dasar kolam
G02	Muncul tanda kemerahan pada bagian kulit atau sisik
G03	Terdapat hewan yang menempel berbentuk cacing putih
G04	Timbul luka koreng
G05	Siripnya gerimpis atau terkikis
G06	Berputar-putar atau berenang tidak beraturan
G07	Mata ikan melotot atau bahkan mau keluar
G08	Ikan buta atau matanya terlepas
G09	Warna ikan menjadi lebih gelap atau pucat
G10	Badan kecil namun kepala besar
G11	Perut membesar atau kembung
G12	Kematian ikan banyak dan waktunya relative singkat

G13	Organ dalam limpa atau ginjal terdapat benjolan
G14	Mata mengkerut kedalam
G15	Banyak luka
G16	Muncul benang-benang putih pada badan ikan yang terluka

Aturan yaitu sebuah kumpulan gejala yang terjadi pada ikan pada penyakit tertentu ditunjukkan pada Tabel 3. Pada setiap penyakit tentunya memiliki gejala-gejala tertentu yang nantinya akan digunakan dalam menganalisis penyakit yang terjadi pada ikan. Aturan ini digunakan dalam proses *forward chaining* dimana aturan ini berfungsi sebagai kumpulan gejala yang akan menentukan penyakit apa yang menginfeksi ikan nila.

Tabel 3. Aturan

Kode	Aturan	Hasil
R1	IF G01 AND G02 AND G03 AND G04 AND G05	P1
R2	IF G06 AND G07 AND G08 AND G09 AND G10 AND G11	P2
R3	IF G06 AND G07 AND G08 AND G09 AND G10 AND G11 AND G12	P3
R4	IF G15 AND G16	P4
R5	IF G06	P5
R6	IF G13	P6
R7	IF G07 AND G11 AND G12 AND G14	P7

Nilai dari pakar sendiri didapatkan dari pakar ikan nila. Pada gejala yang sama dengan penyakit berbeda tentunya akan memiliki nilainya tersendiri. Nilai pakar pada setiap gejala ditunjukkan pada Tabel 4. Pada tabel ini setiap gejala memiliki nilai yang berbeda terhadap penyakit pada ikan. Nilai dari setiap gejala terhadap penyakit ikan nila ini akan menjadi bagian dari perhitungan *certainty factor* sebagai nilai keyakinan penyakit sesuai dengan input dari user.

Tabel 4. Nilai Pakar

Kode	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
G01	0.6						
G02	0.8						
G03	0.4						
G04	1						
G05	1						
G06		0.8	0.4		1,0		
G07		0.8	0.8				0,4
G08		0.8	0.4				
G09		0.4	0.4				
G10		0.4	0.4				
G11		0.4	0.8				0,4
G12			1				1
G13						1	
G14							1
G15				0.4			
G16				1			

User juga akan memberikan penilaian terhadap gejala yang dipilih sesuai dengan keyakinannya serta keadaan dilapangan. Pilihan dari user ini terbagi atas enam pilihan. Keyakinan user dan nilai dari pilihan tersebut terhadap suatu gejala ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai User

Keterangan	Nilai
Ragu-ragu	0,2
Mungkin	0,4
Sangat Mungkin	0,6
Hampir Pasti	0,8
Pasti	1

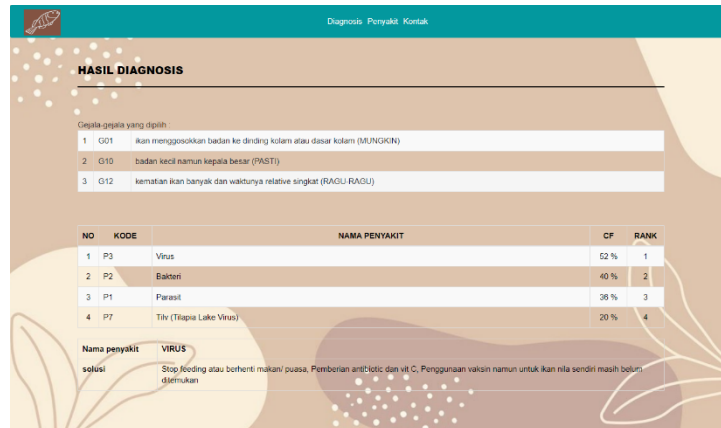
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi pada sistem dilakukan untuk membangun sebuah web untuk mendiagnosa penyakit pada ikan nila. Web yang dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP, Javascript, CSS, dan dengan menggunakan MySQL. Web yang digunakan untuk mendiagnosis ikan nila dengan cara memilih gejala yang terinfeksi di ikan nila. Kemudian pengguna juga memilih penilaian pengguna terhadap gejala. Berikut merupakan implementasi dari sistem yang dibangun dalam bentuk web.



Gambar 3. Halaman Home

Gambar 4. Halaman Diagnosis



Gambar 5. Halaman Hasil

Untuk dapat mengetahui bagaimana metode *forward chaining* dan *certainty factor* dalam mendiagnosis penyakit pada ikan nila. Dimana kedua metode tersebut yang digunakan dalam web diagnosis penyakit ikan nila.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Manual dan Sistem

No	Gejala	Nilai Pakar	Nilai User	Hitung Manual	Hitung Sistem	Penyakit
1	- Menggosokkan badan ke dinding kolam atau dasar kolam (Mungkin). - Muncul tanda kemerahan pada bagian kulit atau sisik (Pasti).	0,6 0,8	0,6 1	87,2%	87,2%	Parasit
2	Ikan berputar-putar atau berenang tidak beraturan (Mungkin).	1	0,6	60%	60%	Bakteri <i>Streptococcus</i>
3	Organ dalam ikan (limpa atau ginjal) terdapat benjolan (Mungkin).	1	0,6	60%	60 %	Bakteri <i>Francise lla</i>

Perbandingan kalkulasi manual metode *certainty factor* dengan hasil kalkulasi sistem dapat dikatakan memiliki hasil yang sama, perbedaannya hanya pada desimal yang digunakan pada sistem dan perhitungan manual. Desimal pada sistem hanya diperbolehkan satu huruf setelah koma, sedangkan jika kita menggunakan kalkulasi manual kita dapat menggunakan sebanyak-banyaknya nilai setelah tanda koma. Pada tabel tersebut menggambarkan perbandingan hasil manual dan sistem dimana keduanya menampilkan hasil yang serupa sehingga dapat dikatakan sistem sudah mampu mengimplementasikan *certainty factor* dengan baik.

Pada penelitian ini juga melakukan pengujian terhadap hasil dari sistem diagnosis penyakit pada ikan nila. Berikut merupakan pengujian akurasi yang dilakukan pada sistem pendeteksi penyakit ikan nila ini.

Tabel 7. Contoh Pengujian Akurasi

No	Inisial Nama	Kode Gejala	Nilai User	Hasil		Ket
				Sistem	Pakar	
1	I	G01	0,8	Parasit 48%	Parasit	Sesuai

2	S	G01	0,4	1. Parasite 96,4% 2. Bakteri 69,8% 3. Virus 66,9% 4. Tilv (Tilapia Lake Virus) 32% 5. Bakteri Streptococcus 20%	Parasite	Sesuai
		G02	0,6			
		G03	0,6			
		G04	0,4			
		G05	0,8			
		G06	0,2			
		G07	0,8			
3	J	G01	0,4	1. Bakteri Streptococcus 80% 2. Bakteri 79,4% 3. Parasite 76,9% 4. Virus 76,7% 5. Tilv (Tilapia Lake Virus) 49,6% 6. Jamur 16%	Bakteri Streptococcus dan Bakteri	Sesuai
		G03	0,6			
		G05	0,6			
		G06	0,8			
		G07	0,4			
		G09	0,4			
		G12	0,4			
4	NS	G01	0,4	1. Jamur 44,8% 2. Tilv (Tilapia Lake Virus) 40% 3. Bakteri Francisella 40%	Jamur	Sesuai
		G02	0,8			
		G04	1			
		G06	0,4			
		G07	0,4			
		G08	0,6			

Tabel 7 diatas merupakan salah satu contoh dari pengujian akurasi yang telah dilakukan pada penelitian ini. Pengujian ini menggunakan data sebanyak 12 responden yang menggunakan *website* sistem pakar ini, kemudian hasil sistem dibandingkan dengan diagnosis dari pakar. Dari 12 data pengujian didapatkan bahwa satu jawaban sistem dan pakar berbeda sehingga hanya 11 data yang sesuai antara diagnosis pakar. Sehingga perhitungan akurasi sistem pakar ini adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\text{Hasil Tepat}}{\text{Seluruh Data}} \times 100\% \\
 &= \frac{11}{12} \times 100\% \\
 &= 91,67\%
 \end{aligned}$$

Pengujian juga dilakukan pada sistem pakar diagnosa penyakit ikan ini yaitu menggunakan *blackbox* dan *whitebox*. *Blackbox* pada pengujian fungsional yaitu memeriksa apakah sebuah aplikasi atau perangkat lunak berjalan seperti yang diharapkan[14]. Pengujian sistem dengan menggunakan *blackbox testing* pada sistem pakar untuk mengidentifikasi penyakit pada ikan nila terdapat delapan hal yang diujikan pada sistem. Kesimpulan didapatkan bahwa setiap pengujian dengan menggunakan *blackbox* sesuai dengan fungsi dari sistem. Selanjutnya yaitu pengujian menggunakan *whitebox*. *Whitebox testing* merupakan sebuah pengujian yang didasarkan pada pengecekan terhadap detail perancangan, menggunakan struktur kontrol dari desain program secara prosedural untuk membagi pengujian ke dalam beberapa kasus[15]. Dimana pada pengujian sistem *whitebox* ini dengan teknik basis path. Teknik *basis path* merupakan pengujian sebuah sistem dengan cara mencari jalur independen serta cara membuat *flowgraph* dan menghitung *cyclomatic complexity*. Pengujian sistem dengan menggunakan *whitebox* menghasilkan keluaran sistem semuanya sudah sesuai dan tidak ada kesalahan dalam diagnosis sistem yang telah dibuat.

4 KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian tentang diagnosis penyakit pada ikan nila menggunakan metode *forward chaining* dan *certainty factor* sebagai berikut:

1. *Forward chaining* dan *certainty factor* dapat digunakan sebagai pada sistem pakar serta sistem dapat mendeteksi dengan baik.
2. Sistem pakar diagnosis penyakit ikan nila dapat berjalan sesuai dengan harapan serta mampu memenuhi fungsi utamanya dalam memperkirakan penyakit yang terinfeksi pada ikan dengan memilih data gejala serta memasukkan nilai kepercayaan user pada halaman diagnosis.
3. Hasil akurasi dari sistem juga dapat dikatakan cukup memuaskan sebesar 91,67% dimana dari total sampel yang digunakan hanya dua sampel dari tiga pengujian yang gagal didiagnosis. Hasil perbandingan manual serta pengujian sistem dengan menggunakan *blackbox* dan *whitebox* sistem dapat berjalan sesuai dengan harapan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Pappa, "Melirik Potensi Budidaya Ikan Air Tawar," 17 Februari 2021. [Daring]. Tersedia pada: <https://paktanidigital.com/artikel/melirik-potensi-budidaya-ikan-air-tawar/#.YIBLOEwxXIU>
- [2] V. V. Handayani, "Kandungan Nutrisi yang Terdapat dalam Ikan Nila," 26 Oktober 2020. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.halodoc.com/artikel/kandungan-nutrisi-yang-terdapat-dalam-ikan-nila>
- [3] S. Fauzi, P. Eosina, dan G. F. Laxmi, "Implementasi Convolutional Neural Network Untuk Identifikasi Ikan Air Tawar," *SEMNATI*, hlm. 163–167, 2019.
- [4] H. Abdi, "Macam-macam Ikan Air Tawar Paling Populer dan Sering Dikonsumsi," 28 Oktober 2019. [Daring]. Tersedia pada: <https://hot.liputan6.com/read/4096893/macam-macam-ikan-air-tawar-paling-populer-dan-sering-dikonsumsi#>
- [5] A. C. Ramadhan, "Analisis Resiko Pada Usaha Pembenihan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Di Desa Jimus, Kecamatan Polanharjo, Kabupaten Klaten, Propinsi JawaTengah," hlm. 14, 2017.
- [6] R. Rosnelly, *Sistem Pakar: Konsep dan Teori*. Yogyakarta: Andi, 2012.
- [7] B. H. Hayadi, *Sistem Pakar (Penyelesaian Kasus Menentukan Minat Baca, Kecenderungan, dan Karakter Siswa dengan Metode Forward Chaining)*. Yogyakarta: Deepublish, 2018.
- [8] R. R. Girsang dan H. Fahmi, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Mata Katarak Dengan Metode Certainty Factor Berbasis Web," *MATICS*, vol. 11, no. 1, hlm. 27–31, Okt 2019, doi: 10.18860/mat.v11i1.7673.
- [9] B. F. Yanto, I. Werdiningsih, dan E. Purwanti, "Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Anak Bawah Lima Tahun Menggunakan Metode Forward Chaining," *J. Inf. Syst. Eng. Bus. Intell.*, vol. 3, no. 1, hlm. 61, Apr 2017, doi: 10.20473/jisebi.3.1.61-67.
- [10] I. Astuti, H. Sutarno, dan R. Rasim, "The Expert System of Children's Digestive Tract Diseases Diagnostic using Combination of Forward Chaining and Certainty Factor Methods," dalam *International Conference on Science in Information Technology (ICSITech)*, 2017, hlm. 608–6012.
- [11] W. Wadi, *Sistem Pakar Forward Chaining dengan Java GUI dan MySQL (Studi Kasus: Diagnosa Penyakit Ikan Air Tawar)*. Yogyakarta: Turida Publisher, 2020.
- [12] A. Ani, *Pemrograman Sistem Pakar*. Yogyakarta: Mediakom, 2017.
- [13] S. Kusumadewi, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2003.
- [14] J. Simarmata, *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta: Andi, 2010.
- [15] F. H. Utami dan A. Asnawati, *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta: Deepublish, 2015.