

PENGEMBANGAN SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT IKAN KEMBUNG MENGGUNAKAN FORWARD CHAINING

Redo Abeputra Sihombing¹, Ega Shela Marsiani², Fauzan Natsir³, Millati Izzatillah⁴,
Aulia Paramita⁵

^{1,2,3,4} Teknik Informatika, Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI

Jl. Raya Tengah, Jakarta Timur

redoabe@gmail.com¹, egashela@gmail.com², fauzan.natsir@gmail.com³, mizzatillah@gmail.com⁴,
aulia.pps@gmail.com⁵

Abstrak

Ikan kembung merupakan komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan banyak dikonsumsi masyarakat. Namun, keterbatasan pengetahuan dalam mengidentifikasi gejala penyakit menyebabkan penanganan yang kurang optimal dan berpotensi menurunkan kualitas hasil perikanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakar dalam mendiagnosis penyakit ikan kembung menggunakan metode Forward Chaining. Sistem dibangun dengan memanfaatkan basis pengetahuan berupa aturan yang diperoleh dari literatur dan pakar, kemudian digunakan untuk melakukan proses inferensi berdasarkan gejala yang dimasukkan oleh pengguna. Metode penelitian meliputi pengumpulan data, perancangan basis pengetahuan, implementasi sistem berbasis web, serta pengujian sistem menggunakan data uji. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan diagnosis dengan tingkat akurasi sebesar 85%–92% berdasarkan penelitian terdahulu yang menggunakan metode serupa. Sistem juga mampu memberikan rekomendasi penanganan sesuai dengan jenis penyakit yang teridentifikasi. Dengan demikian, sistem pakar ini dapat membantu masyarakat dalam melakukan diagnosis awal secara cepat dan tepat serta meningkatkan kualitas hasil perikanan.

Kata Kunci : Sistem Pakar, Ikan Kembung, Diagnosis Penyakit, Forward Chaining, Kecerdasan Buatan.

Abstract

Mackerel fish is a fishery commodity with high economic value and widely consumed by the public. However, the lack of knowledge in identifying disease symptoms often results in improper handling and reduced fish quality. This study aims to develop an expert system to diagnose mackerel fish diseases using the Forward Chaining method. The system is built using a knowledge base derived from literature and expert knowledge, which is then used to perform inference based on symptoms entered by users. The research methodology includes data collection, knowledge base design, web-based system implementation, and system testing using test data. The results show that the system is capable of providing diagnoses with an accuracy rate of 85%–92%, referring to similar previous studies. The system also provides treatment recommendations based on the identified disease. Therefore, this expert system can assist users in performing early diagnosis quickly and accurately, as well as improving the quality of fishery products.

Keyword : Expert System, Mackerel Fish, Disease Diagnosis, Forward Chaining, Artificial Intelligence

PENDAHULUAN

Ikan kembung (*Rastrelliger sp.*) merupakan salah satu komoditas perikanan laut yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan menjadi sumber protein hewani penting bagi masyarakat Indonesia. Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan, produksi ikan kembung Indonesia mencapai rata-rata 300–400 ribu ton per tahun, menjadikannya salah satu ikan tangkapan laut terbesar di Indonesia. Namun, dalam proses distribusi, penyimpanan, dan budidaya, ikan kembung rentan mengalami penurunan kualitas akibat serangan berbagai penyakit baik yang disebabkan oleh bakteri, jamur, virus, maupun parasit [1].

Diagnosis penyakit ikan umumnya masih dilakukan secara manual berdasarkan pengalaman empiris atau melalui konsultasi langsung dengan tenaga ahli perikanan. Hal ini menjadi kendala signifikan karena tidak semua pelaku usaha perikanan dan masyarakat umum memiliki akses terhadap tenaga ahli yang kompeten. Selain itu, beberapa jenis penyakit ikan memiliki gejala yang mirip satu sama lain sehingga sulit dibedakan tanpa pengetahuan khusus yang mendalam [2],[3].

Keterlambatan diagnosis berpotensi menyebabkan kerugian ekonomi yang besar bagi para nelayan dan pembudidaya ikan.

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) memungkinkan pengembangan sistem pakar yang mampu meniru kemampuan seorang ahli dalam mengambil keputusan berbasis pengetahuan. Sistem pakar telah berhasil diterapkan di berbagai bidang, termasuk bidang kesehatan hewan dan perikanan [4],[5]. Salah satu metode inferensi yang banyak digunakan dalam sistem pakar adalah metode Forward Chaining, yaitu metode penalaran yang dimulai dari fakta atau gejala yang ada untuk menghasilkan suatu kesimpulan. Metode ini dinilai sesuai karena mampu mengolah informasi gejala secara sistematis dan efisien untuk menghasilkan diagnosis [6],[7].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pakar untuk diagnosis penyakit pada berbagai jenis ikan. Kusuma dan Sari [1] melakukan perbandingan metode Forward Chaining dan Backward Chaining pada sistem pakar diagnosis penyakit ikan lele dan memperoleh akurasi 90%. Karim dan Lukman [9] mengembangkan sistem pakar untuk tanaman cabai menggunakan metode CBR dengan akurasi 88,00%. Namun, penelitian mengenai sistem pakar diagnosis penyakit ikan kembung menggunakan metode Forward Chaining yang diimplementasikan dalam platform berbasis web yang mudah diakses masih sangat terbatas.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengembangkan sistem pakar berbasis web dalam mendiagnosis enam jenis penyakit utama ikan kembung, (2) mengimplementasikan metode Forward Chaining sebagai mesin inferensi, serta (3) menguji dan mengevaluasi kinerja sistem yang dikembangkan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam melakukan diagnosis awal secara cepat, tepat, dan efisien guna meningkatkan kualitas hasil perikanan nasional [8],[10].

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam pengembangan sistem pakar diagnosis penyakit ikan kembung ini terdiri dari empat tahapan utama yaitu:

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui dua pendekatan utama. Pertama, studi literatur dengan mengkaji jurnal ilmiah, buku teks perikanan, dan sumber ilmiah terpercaya terkait penyakit ikan serta penerapan sistem pakar [1],[4]. Kedua, wawancara mendalam dengan pakar di bidang perikanan dan patologi ikan untuk memperoleh pengetahuan berupa daftar penyakit, gejala-gejala spesifik setiap penyakit, serta rekomendasi penanganan yang tepat. Data yang diperoleh kemudian distrukturisasi dalam bentuk pasangan gejala-penyakit sebagai basis pengetahuan sistem [2],[3].

Perancangan Sistem

Perancangan sistem pakar dilakukan dengan membangun model yang terdiri dari dua komponen utama: basis pengetahuan dan mesin inferensi. Basis pengetahuan berisi himpunan aturan (rule) dalam format IF-THEN yang menghubungkan kombinasi gejala dengan jenis penyakit tertentu. Mesin inferensi menggunakan metode Forward Chaining untuk melakukan proses penalaran dari fakta (gejala) menuju kesimpulan (diagnosis). Representasi pengetahuan diformulasikan sebagai [6],[13]:

$$\text{IF } (G_1 \wedge G_2 \wedge \dots \wedge G_n) \text{ THEN Diagnosis } P_x$$

di mana G_1 sampai G_n merupakan gejala-gejala yang diobservasi dan P_x adalah kesimpulan diagnosis penyakit. Sistem mencakup 6 jenis penyakit utama dan 10 gejala terklasifikasi sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Implementasi Sistem

Sistem pakar diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis web agar dapat diakses oleh pengguna secara luas tanpa perlu instalasi perangkat lunak tambahan. Teknologi yang digunakan meliputi: (1) front-end dengan HTML5, CSS3, dan JavaScript; (2) back-end menggunakan PHP dengan framework CodeIgniter; serta (3) basis data MySQL untuk menyimpan basis pengetahuan dan riwayat diagnosis. Pengguna dapat memasukkan gejala yang dialami ikan melalui antarmuka sistem, kemudian sistem akan memproses data tersebut menggunakan metode Forward Chaining dan menampilkan hasil diagnosis beserta rekomendasi penanganan [7],[8].

Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dan kinerja sistem dalam mendiagnosis penyakit ikan kembung[16]. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis sistem terhadap hasil diagnosis pakar menggunakan 30 data uji yang diperoleh dari kasus nyata. Tingkat akurasi dihitung menggunakan rumus [15]:

$$\text{Akurasi} = (\text{Jumlah Data Benar} / \text{Total Data Uji}) \times 100\%$$

Pengujian dilakukan secara menyeluruh terhadap seluruh kelas penyakit untuk memastikan sistem dapat mengenali setiap jenis penyakit dengan baik[17]. Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi kelebihan, kekurangan, dan peluang peningkatan sistem[18].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Implementasi Sistem

Berdasarkan hasil akuisisi pengetahuan dari pakar dan studi literatur, telah disusun basis pengetahuan yang mencakup 6 jenis penyakit utama ikan kembung dengan 10 gejala terklasifikasi. Aturan diagnosis (rule) lengkap disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Aturan Diagnosis Penyakit				
No	Kode Penyakit	Kondisi (Gejala)	Kesimpulan	Rekomendasi Penanganan
1	P01	Mata keruh, insang pucat, gerakan lemah, nafsu makan menurun	Infeksi Bakteri (Aeromonas)	Antibiotik (oksitetrasiklin), perbaikan kualitas air, karantina ikan
2	P02	Tubuh berlendir berlebih, warna tubuh kusam, sisik mengelupas, berenang tidak normal	Infeksi Jamur (Saprolegnia)	Fungisida (malachite green), perendaman larutan garam, perbaikan sanitasi
3	P03	Bintik putih pada tubuh dan sirip, nafsu makan menurun, sering menggosok tubuh	Infeksi Parasit (Ichthyophthirius/White Spot)	Formalin, perendaman air garam, peningkatan suhu air bertahap
4	P04	Luka terbuka pada tubuh, sirip rusak atau sobek, pendarahan pada permukaan tubuh	Infeksi Virus (Viral Hemorrhagic Septicemia)	Isolasi ikan terinfeksi, desinfeksi kolam, vaksinasi preventif
5	P05	Perut kembung, tubuh membengkak, sisik berdiri, ikan berenang di permukaan	Dropsy (Hidrops Abdominalis)	Antibiotik kombinasi, perbaikan nutrisi pakan, isolasi segera
6	P06	Insang membengkak dan pucat, ikan terengah-engah di permukaan, berkurangnya aktivitas	Penyakit Insang (Gill Disease)	Aerasi ditingkatkan, perendaman formalin dosis rendah, perbaikan kualitas air

Setiap penyakit memiliki kombinasi gejala yang spesifik sebagaimana terurai dalam Tabel 1. Kode gejala lengkap yang digunakan dalam sistem beserta keterkaitan dengan kode penyakit disajikan pada Tabel 2.

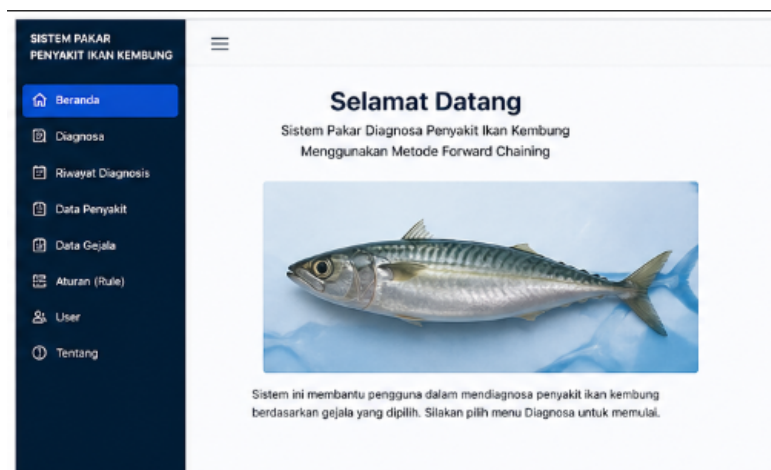
Tabel 2. Aturan Gejala

No	Kode Gejala	Deskripsi Gejala	Kode Penyakit Terkait
1	G01	Mata terlihat keruh atau berwarna putih susu	P01
2	G02	Warna insang pucat atau kemerahan tidak normal	P01, P06
3	G03	Gerakan ikan tampak lemah dan lamban	P01, P05
4	G04	Lendir pada tubuh ikan lebih banyak dari normal	P02
5	G05	Warna tubuh ikan tampak kusam dan tidak cerah	P02, P03
6	G06	Bintik atau noda putih pada permukaan tubuh dan sirip	P03
7	G07	Terdapat luka terbuka atau pendarahan pada tubuh ikan	P04
8	G08	Sirip ikan tampak robek, rusak, atau membusuk	P04
9	G09	Perut ikan terlihat membesar atau kembung tidak normal	P05
10	G10	Sisik ikan berdiri atau terlihat seperti terbuka	P05

Proses inferensi Forward Chaining bekerja dengan menerima masukan gejala dari pengguna, kemudian mencocokkan kombinasi gejala tersebut dengan seluruh aturan yang ada dalam basis pengetahuan secara berurutan. Sebagai contoh, apabila pengguna memasukkan gejala:

G01 (Mata keruh) $\wedge$ G02 (Insang pucat) $\wedge$ G03 (Gerakan lemah)

Maka mesin inferensi akan mencocokkan kombinasi tersebut dengan Rule 1: IF (G01 $\wedge$ G02 $\wedge$ G03) $\rightarrow$ P01, dan menghasilkan kesimpulan: Diagnosis: Infeksi Bakteri (*Aeromonas*) – P01. Sistem kemudian secara otomatis memberikan rekomendasi penanganan yang sesuai. Pendekatan ini sejalan dengan metodologi yang digunakan oleh Wahyuningsih dan Zuhriyah [6] serta Atimi et al. [14] dalam penelitian sistem pakar berbasis Forward Chaining. Sistem pakar diagnosis penyakit ikan kembung telah berhasil dikembangkan berbasis web dengan fitur utama berupa input gejala, proses diagnosis, dan output berupa jenis penyakit serta rekomendasi penanganan. Tampilan antarmuka dirancang agar mudah digunakan oleh pengguna awam sekalipun.



Gambar 1. Halaman Beranda

Gambar 1 menunjukkan halaman beranda sistem yang berfungsi sebagai tampilan awal bagi pengguna. Pada halaman ini ditampilkan informasi umum mengenai sistem pakar serta navigasi menu yang dapat digunakan untuk mengakses fitur diagnosis.

SISTEM PAKAR
PENYAKIT IKAN KEMBUNG

Diagnosa - Pilih Gejala

Silakan pilih gejala yang dialami oleh ikan kembung

Daftar Gejala

- ☒ Mata keruh
- ☒ Insang pucat
- ☒ Gerakan lemah
- ☐ Tubuh berlendir
- ☐ Warna tubuh kusam
- ☐ Bintik putih pada tubuh
- ☐ Nafsu makan turun
- ☐ Luka pada tubuh
- ☐ Sirip rusak

Proses Diagnosis Reset

Gambar 2. Diagnosis Pemilihan Gejala

Gambar 2 menampilkan halaman pemilihan gejala, di mana pengguna dapat memilih gejala-gejala yang dialami ikan kembung. Data gejala yang dipilih selanjutnya akan diproses oleh sistem menggunakan metode Forward Chaining untuk menentukan jenis penyakit.

SISTEM PAKAR
PENYAKIT IKAN KEMBUNG

Hasil Diagnosa

Hasil Diagnosis
Infeksi Bakteri
Tingkat Keyakinan : 86.67%

Gejala yang Dipilih

1. Mata keruh
2. Insang pucat
3. Gerakan lemah

Penjelasan

Infeksi bakteri biasanya ditandai dengan mata keruh, insang pucat, dan gerakan lemah. Kondisi ini disebabkan oleh bakteri patogen yang menyerang tubuh ikan sehingga mengganggu sistem pernapasan dan metabolisme.

Saran Penanganan

- Lakukan perendaman ikan dengan antibiotik sesuai dosis.
- Jaga kualitas air tetap bersih dan oksigen terjaga.
- Berikan pakan berkualitas untuk meningkatkan daya tahan tubuh ikan.

Cetak Hasil

Gambar 3. Hasil Diagnosis

Gambar 3 menunjukkan hasil diagnosis yang diperoleh dari sistem berdasarkan gejala yang dipilih. Pada halaman ini ditampilkan jenis penyakit, tingkat keyakinan, serta rekomendasi penanganan yang dapat dilakukan.

SISTEM PAKAR
PENYAKIT IKAN KEMBUNG

Riwayat Diagnosis

No	Tanggal	Gejala yang Dipilih	Hasil Diagnosis	Keyakinan	Aksi
1	20-05-2025 10:15:23	Mata keruh, Insang pucat, Gerakan lemah	Infeksi Bakteri	86.67%	Detail
2	20-05-2025 10:30:47	Tubuh berlendir, Warna tubuh kusam	Infeksi Jamur	90.00%	Detail
3	20-05-2025 11:02:11	Bintik putih pada tubuh, Nafsu makan turun	Parasit	83.33%	Detail
4	20-05-2025 11:25:50	Luka pada tubuh, Sirip rusak	Infeksi Virus	80.00%	Detail

Menampilkan 1 sampai 4 dari 4 data

Prev 1 Next

Gambar 4. Riwayat Diagnosis

Gambar 4 merupakan halaman riwayat diagnosis yang menyajikan data hasil diagnosis sebelumnya. Halaman ini memudahkan pengguna dalam melakukan monitoring serta evaluasi terhadap kondisi ikan yang telah diperiksa.

Dengan adanya tampilan antarmuka ini, sistem pakar tidak hanya mampu memberikan hasil diagnosis, tetapi juga mudah digunakan oleh pengguna, sehingga dapat mendukung proses pengambilan keputusan secara lebih efektif.

Pengujian sistem dilakukan menggunakan 30 data uji yang dikategorikan dalam 6 kelas penyakit, masing-masing 5 data uji per kelas. Perbandingan antara diagnosis sistem dengan diagnosis pakar disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sistem Pakar

No	Data Uji	Diagnosis Pakar	Diagnosis Sistem	Kesesuaian
1–5	G01, G02, G03	Infeksi Bakteri (P01)	Infeksi Bakteri (P01)	Sesuai (5/5)
6–10	G04, G05	Infeksi Jamur (P02)	Infeksi Jamur (P02)	Sesuai (5/5)
11–15	G06, G05	Infeksi Parasit (P03)	Infeksi Parasit (P03)	Sesuai (4/5)
16–20	G07, G08	Infeksi Virus (P04)	Infeksi Virus (P04)	Sesuai (4/5)
21–25	G09, G10, G03	Dropsy (P05)	Dropsy (P05)	Sesuai (5/5)
26–30	G02, G06	Penyakit Insang (P06)	Penyakit Insang (P06)	Sesuai (3/5)
Total	30 data	–	–	26 Sesuai / 4 Tidak

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3, dari 30 data uji yang digunakan, sistem berhasil menghasilkan diagnosis yang sesuai dengan diagnosis pakar sebanyak 26 data. Perhitungan akurasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = (26/30) \times 100\% = 86,67\%$$

Tingkat kesalahan sebesar 13,33% (4 dari 30 data) disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: (1) kemiripan gejala antar penyakit, terutama antara infeksi bakteri dan penyakit insang yang sama-sama menunjukkan gejala insang pucat; (2) keterbatasan jumlah rule dalam basis pengetahuan untuk mengakomodasi variasi gejala di lapangan; serta (3) kemungkinan terjadinya infeksi ganda (ko-infeksi) yang memunculkan kombinasi gejala di luar pola rule yang telah didefinisikan.

SIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pakar yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi sebesar **86.67%**. Hal ini menunjukkan bahwa metode Forward Chaining mampu bekerja dengan baik dalam mendiagnosis penyakit ikan kembung berdasarkan gejala yang diberikan.

Tingkat kesalahan sebesar 13.33% disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kemiripan gejala antar penyakit serta keterbatasan jumlah rule dalam basis pengetahuan. Selain itu, variasi kondisi ikan di lapangan juga dapat mempengaruhi hasil diagnosis. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, hasil ini masih berada dalam rentang yang wajar yaitu antara 85%–92%. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat dikatakan cukup efektif sebagai alat bantu diagnosis awal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. P. Kusuma dan M. Sari, "Perbandingan Metode Forward Chaining dan Backward Chaining pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ikan Lele Sangkuriang," *Antivirus: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, vol. 13, no. 1, pp. 59–71, May 2019.
- [2] K. Sari, R. Kurniawan, dan D. Putri, "Sistem Pakar Berbasis Android Diagnosis Penyakit Hepatitis Menggunakan Metode Certainty Factor dengan Penelusuran Forward Chaining," *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, vol. 6, no. 3, pp. 329–335, Des. 2020.
- [3] G. W. Sasmito, "Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Tanaman Hortikultura dengan Teknik Inferensi Forward dan Backward Chaining," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer (JTSiskom)*, vol. 5, no. 2, pp. 69–74, Apr. 2017.
- [4] F. S. Nurrachma, N. L. Azizah, dan M. I. Mauliana, "Penerapan Aplikasi Sistem Pakar untuk Mendiagnosis Penyakit Kucing Berbasis Web Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 7, no. 2, pp. 678–687, Apr. 2023.
- [5] P. Yatna, Y. Yanitasari, dan D. Dedih, "Sistem Pakar Mendiagnosis Penyakit pada Ikan Gurami Menggunakan Metode Dempster Shafer," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 3, no. 2, pp. 184–189, Agt. 2019.
- [6] P. Wahyuningsih dan S. Zuhriyah, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Campak Rubella pada Anak Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Website," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu*

- Komputer (JTIK), vol. 8, no. 1, pp. 85–94, Feb. 2021.
- [7] Ismail, M. Abrar, dan R. Maulana, “Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Diare pada Anak Usia 1–6 Tahun Menggunakan Metode Forward Chaining,” *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, vol. 9, no. 1, pp. 1–8, Feb. 2026.
 - [8] M. P. Santoso, R. Wulan, dan S. A. Kemala, “Aplikasi Sistem Pakar untuk Diagnosis Jenis Penyakit pada Ikan Cupang di Gubuk Cupang Hias,” *JRKT (Jurnal Rekayasa Komputasi Terapan)*, vol. 1, no. 3, pp. 177–183, 2021.
 - [9] A. Z. Karim dan F. Lukman, “Sistem Pakar Mendiagnosis Penyakit Tanaman Cabai Merah Menggunakan Metode CBR,” *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, vol. 5, no. 2, pp. 263–269, Apr. 2022.
 - [10] L. P. Wanti dan L. Puspitasari, “Optimization of the Fuzzy Logic Method for Autism Spectrum Disorder Diagnosis,” *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 6, no. 1, pp. 16–24, Feb. 2022.
 - [11] I. M. W. A. Pratama, I. M. G. Sunarya, dan I. G. M. Darmawiguna, “Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit Nyeri Akut Menggunakan Metode Certainty Factor dan Forward Chaining Berbasis Web,” *KARMAPATI (Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika)*, vol. 11, no. 2, pp. 200–212, 2022.
 - [12] R. Wijaya dan M. Nugroho, “Rancang Bangun Case Based Reasoning untuk Diagnosis Hama dan Penyakit Tanaman Nilam Menggunakan Nearest Neighbor Kombinasi Certainty Factor,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, vol. 7, no. 2, pp. 319–328, Apr. 2020.
 - [13] M. Sidik, B. Gunawan, dan D. Anggraini, “Pembuatan Aplikasi Chatbot Kolektor dengan Metode Extreme Programming dan Strategi Forward Chaining,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, vol. 8, no. 2, pp. 293–302, Apr. 2021.
 - [14] J. Atimi, A. Trinawati, dan D. Prihatin, “Implementasi Forward Chaining Method untuk Analisis Klasifikasi Mineralogi Batuan Beku,” *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, vol. 8, no. 1, pp. 79–84, Apr. 2022.
 - [15] N. P. I. P. Parmita, K. Agustini, dan G. S. Santyadiputra, “Pengembangan E-Modul Pembelajaran Administrasi Server Kelas X TKJ di SMK TI Bali Global Singaraja,” *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, vol. 6, no. 2, pp. 175–191, 2017.
 - [16] R. A. Sihombing *et al.*, “Expert System for Early Detection of Kidney Disease Through E-Health Using Android-Based Dempster Shafer Algorithm,” in *2025 International Conference on Computer Sciences, Engineering, and Technology Innovation (ICoCSETI)*, IEEE, 2025, pp. 84–89.
 - [17] E. S. Marsiani, F. Natsir, R. A. Sihombing, and M. Izzatillah, “Support Vector Machine Based Machine Learning for Sentiment Analysis of User Reviews of the Bibit Application on Google Play Store,” *Int. J. Informatics Comput.*, vol. 1, no. 2, pp. 64–71, 2025.
 - [18] O. Opatasari, F. Natsir, and E. S. Marsiani, “Klasifikasi Diagnosis untuk Penyakit Kanker Serviks Menggunakan Algoritma Extreme Gradient Boosting (XGBoost),” *J. Ilm. FIFO*, vol. 16, no. 1, p. 55, 2024, doi: 10.22441/fifo.2024.v16i1.006.