

Sistem Diagnosis Penyakit Kerbau menggunakan Algoritma *Forward Chaining*

MUHAMAD AKMAL DZAKWAN, SUBIYANTO*, RIZKY AJIE APRILIANTO,
MARIO NORMAN SYAH

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang

*Email Korespondensi: subiyanto@mail.unnes.ac.id

Received 22 November 2023 | *Revised* 22 Desember 2023 | *Accepted* 2 Januari 2024

ABSTRAK

Ketergantungan peternak pada pakar atau dokter hewan karena terbatasnya pengetahuan dalam mengidentifikasi penyakit kerbau merupakan opsi yang sulit dan mahal. Dalam mengatasi hal tersebut, artikel ini menyajikan pengembangan sistem pakar diagnosis penyakit kerbau. Sistem ini diimplementasikan dalam bentuk web serta dirancang dengan mengumpulkan data tentang 17 jenis penyakit kerbau dan 49 gejala yang berkaitan. Proses diagnosis menggunakan kombinasi algoritma Forward Chaining dan Certainty Factor, yang memungkinkan sistem untuk mencocokkan gejala yang diamati dengan database penyakit kerbau menghasilkan diagnosis yang akurat. Hasil Pengujian sistem menunjukkan tingkat akurasi mencapai 100% dalam 15 kali pengujian berturut-turut. Hasil pengujian juga divalidasi oleh pakar spesialis kerbau. Kesimpulannya, sistem ini layak digunakan oleh peternak kerbau untuk mendiagnosis penyakit kerbau secara dini.

Kata kunci: sistem pakar, penyakit pada kerbau, gejala, forward chaining, certainty factor

ABSTRACT

Farmers' reliance on experts or veterinarians due to limited knowledge in identifying buffalo diseases is a difficult and expensive option. To address the problem, this paper presents the development of an expert system for buffalo disease diagnosis. The system is implemented on the web and designed by collecting data on 17 buffalo disease types and 49 associated symptoms. The diagnosis process uses a combination of Forward Chaining and Certainty Factor algorithms, which allows the system to match observed symptoms with the buffalo disease database resulting in an accurate diagnosis. System testing results showed an accuracy rate of 100% in 15 consecutive tests. Results were also validated by buffalo specialist experts. In conclusion, the system is feasible to be used by buffalo farmers to diagnose buffalo diseases early.

Keywords: expert system, buffalo diseases, symptoms, forward chaining, certainty factor

1. PENDAHULUAN

Keanekaragaman hayati di Indonesia sebagai negara kepulauan sangat melimpah. Tetapi, terdapat keanekaragaman hayati yang cukup memerlukan perhatian lebih karena populasinya yang kian menurun disetiap tahunnya, yaitu kerbau. Penurunan populasi kerbau disebabkan oleh tingginya kematian akibat penyakit yang tidak terdeteksi secara dini (**Purba, 2020**). Namun, di era perkembangan teknologi yang pesat ini, identifikasi penyakit pada hewan sudah mulai diintegrasikan dengan menggunakan sistem pakar yang memudahkan dalam diagnosa penyakit secara dini.

Perkembangan penelitian terkait sistem pakar diagnosa penyakit kerbau masih terbilang terbatas, terutama di Indonesia. Metode yang telah diimplementasikan dalam sistem pakar diagnosa penyakit kerbau salah satunya yaitu yang dikemukakan dalam penelitian Purba pada tahun 2020, berjudul "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Hewan Ternak Kerbau dengan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Web". Penelitian ini mencakup pengumpulan data yang digunakan dalam pembuatan sistem pakar menggunakan metode Fuzzy Mamdani. Keunikan dari metode ini terletak pada penilaian variabel berdasarkan tingkat linguistiknya, seperti tinggi, sedang, dan pendek, yang digunakan untuk menilai segitiga fuzzy. Sistem pakar yang dikembangkan dalam penelitian ini bertujuan untuk membantu dalam mendiagnosis penyakit pada hewan ternak kerbau rawa, memberikan saran konsultasi, dan menjadi alat bantu bagi peternak kerbau rawa (**Purba, 2020**). Pada tahun yang sama, Susanto melakukan penelitian berjudul "Penerapan Metode Certainty Factor dan *Forward Chaining* pada Sistem Pakar Penyakit Kambing." Penelitian ini berfokus pada pengamatan terhadap sistem pakar yang dikembangkan dengan menggunakan metode *Certainty Factor* yang dikombinasikan dengan *Forward Chaining*. Dengan menggabungkan kedua metode ini, sistem tersebut dapat memberikan informasi yang akurat tentang jenis penyakit dan memberikan saran penanganan dengan tingkat kepastian yang tinggi. Sistem ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi peternak kambing untuk konsultasi tentang penyakit ternak kambing mereka. Basis pengetahuan dalam sistem ini mencakup 21 jenis gejala, delapan jenis penyakit, dan solusi untuk masing-masing penyakit. Dalam penggunaannya, pengguna tidak perlu memasukkan nilai belief dan disbelief seperti yang biasanya dibutuhkan dalam sistem pakar. Dengan melibatkan seorang admin sebagai pengelola basis pengetahuan, maka kebenaran informasi yang disampaikan dapat dijaga (**Susanto, dkk, 2020**).

Perkembangan penelitian mengenai sistem pakar untuk diagnosis penyakit dengan menggunakan algoritma *Forward Chaining* telah dilakukan dalam berbagai konteks. Salah satu contohnya adalah penerapannya untuk mendiagnosis penyakit pada sapi sebagai salah satu tindakan dalam pencegahan penyebaran wabah Penyakit Mulut dan Kuku (PMK) di daerah Lamongan. Penyebaran wabah PMK telah mengakibatkan kerugian besar bagi para peternak. Oleh karena itu, sebagai tindakan pencegahan, penggunaan sistem pakar dengan metode *Forward Chaining* telah diterapkan. Sistem ini membantu peternak dengan memberikan pengetahuan tentang gejala penyakit dan diagnosis penyakit sehingga mereka dapat mengambil tindakan awal dalam menangani ternak mereka (**Zamroni, dkk, 2022**).

Selain itu, berbagai penelitian mengenai suatu sistem pakar untuk diagnosis penyakit atau menyelesaikan permasalahan lainnya dengan metode algoritma *Certainty Factor* telah banyak dilakukan. Contoh kasusnya termasuk mendiagnosis penyakit di iklim tropis (**Yanti, dkk, 2018**), penyakit pada bunga anggrek hitam (**Widians, dkk, 2018**), identifikasi alga (**Setiawan, dkk, 2021**), diagnosis penyakit meningitis (**Rumaisa & Junaedi, 2016**), penyakit tuberkulosis paru tambahan (**Ramadiani, dkk, 2017**), penyakit gigi dan mulut (**Pasaribu, dkk, 2020**), penyakit pada tanaman cabai (**Andriani, dkk, 2018**), serta

penyakit pada budidaya mentimun hortikultura (**Armaya, dkk, 2022**). Di Indonesia, tepatnya di daerah Kabupaten Tapanuli Utara, Provinsi Sumatera Utara, sudah diterapkan penggunaan sistem pakar dalam mendiagnosis penyakit Anthrax pada hewan ternak kerbau menggunakan algoritma *Certainty Factor*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis diagnosis penyakit antraks pada kerbau. Kerbau memiliki potensi ekonomi yang signifikan, baik sebagai sumber daging, bibit ternak, maupun sumber pangan. Hewan-hewan herbivora seperti kerbau sangat rentan terhadap penyakit antraks, yang biasanya menyerang secara tiba-tiba dan menyebabkan kematian dalam waktu satu hingga tiga hari (**Sihombing, dkk, 2021**).

Perkembangan penelitian mengenai sistem pakar dengan menggabungkan algoritma *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* telah banyak dilakukan dalam berbagai konteks. Beberapa di antaranya mencakup diagnosis penyakit pada kulit kucing (**Uriawan, dkk, 2018**), diagnosis penyakit kanker kulit (**Pranata, dkk, 2018**), diagnosis penyakit jenis rematik (**Hairani, dkk, 2018**), diagnosa penyakit saluran pencernaan anak (**Astuti, dkk, 2017**), dan mendiagnosa hama dan penyakit pada tanaman padi (**Agustina, dkk, 2017**). Selain itu, terdapat penelitian terkait dengan identifikasi penyakit pada tanaman hortikultura yang dilakukan oleh Wicaksono dan Adi Nata. Artikel ini menggunakan gabungan metode algoritma *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* berbasis CLIPS. Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah membantu dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman secara dini dan memberikan rekomendasi sistem bagi tanaman hortikultura yang diharapkan berguna bagi para petani. Penelitian tersebut melibatkan beberapa tahapan, seperti perencanaan, analisis, desain, dan implementasi. Dalam mendeteksi penyakit pada tanaman, akurasi dan detail dalam mengidentifikasi tanda-tanda yang menunjukkan keberadaan suatu penyakit sangat penting, terutama karena adanya sebuah kemiripan dalam gejala-gejala di dalam sistem. Kesalahan dalam mendiagnosis gejala dapat menyebabkan hasil diagnosis tidak akurat dan sesuai dengan kondisi yang dialami oleh tanaman sebenarnya. Oleh karena itu, dengan perkembangan teknologi, sistem ini dirancang untuk membantu mendeteksi penyakit pada tanaman secara awal dan memberikan rekomendasi yang berguna bagi petani (**Wicaksono, dkk, 2023**).

Penelitian mengenai sistem pakar yang menggunakan kombinasi dua algoritma, yaitu *Forward Chaining* dan *Certainty Factor*, juga telah digunakan dalam mendiagnosis penyakit pada kelinci. Kelinci merupakan salah satu hewan yang memiliki kedekatan dengan manusia dan memiliki kemampuan adaptasi tubuh yang tinggi. Meskipun demikian, kelinci juga rentan terhadap penyakit. Pengobatannya seringkali memerlukan biaya yang signifikan. Oleh karena itu, penting untuk memiliki cara yang efisien untuk mendiagnosis penyakit dan memberikan solusi yang tepat, sehingga tindakan yang diperlukan dapat segera diambil. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, sebuah media kepakaran telah dikembangkan yang dapat diakses secara online oleh pemilik kelinci. Media ini memakai metode kombinasi *Forward Chaining* dan *Certainty Factor*. Sistem pakar ini harus mampu bekerja dalam situasi ketidakpastian. Oleh karena itu, metode *Forward Chaining* (FC) dan metode *Certainty Factor* (CF) telah diintegrasikan untuk menyelesaikan permasalahan ketidakpastian ini. *Forward Chaining* yaitu algoritma pengambilan keputusan yang sering digunakan dalam sistem pakar, sedangkan *Certainty Factor* yaitu algoritma yang digunakan untuk mengukur ketidakpastian dalam gagasan pikiran seorang pakar. Hasil diagnosa sistem ini mengidentifikasi kemungkinan penyakit yang diderita oleh kelinci dan memberikan solusi pengobatan untuk penyakit tersebut dengan nilai *Certainty Factor* (CF) yang paling tinggi. Berdasarkan perhitungan, tingkat kepercayaan informasi, sebagaimana tercantum dalam tabel, dinyatakan sebagai "Pasti Ya." Keakuratan sistem ini telah dibuktikan melalui validasi oleh seorang pakar (**Sajida, 2023**).

Secara garis besar, permasalahan utama dalam penelitian ini berfokus pada penurunan populasi kerbau akibat tidak terdeteksinya penyakit kerbau secara dini. Hal ini dikarenakan peternak kurang memiliki pengetahuan yang memadai dalam mengidentifikasi gejala penyakit pada kerbau. Selain itu, peternak masih mengandalkan pengalaman yang terbatas. Tidak jarang, peternak juga masih mengandalkan pakar dan dokter hewan dalam identifikasi penyakit kerbau. Opsi tersebut pastinya sulit dan mahal karena terkadang akses ke layanan pakar dan dokter hewan terbatas, terlebih di daerah pedesaan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dikembangkan sistem pakar web menggunakan algoritma *Forward Chaining* dan *Certainty Factor*. Tujuan utamanya adalah memberikan dukungan kepada para peternak kerbau agar dapat mendiagnosis penyakit dengan mudah dan akurat yang mungkin terjadi terhadap hewan ternak mereka. *Forward Chaining* adalah sebuah teknik inferensi yang diawali dengan menganalisis gejala-gejala yang terlihat pada kasus yang sedang dalam proses diagnosa. Selanjutnya, sistem mencocokkan gejala-gejala tersebut dengan aturan-aturan yang tersedia di dalam basis pengetahuan pada sistem untuk menghasilkan diagnosa yang sesuai dengan gejala yang ditemukan. Sedangkan *Certainty Factor*, untuk memberikan suatu konsep pasti atau tidak pasti dalam mendiagnosa penyakit. Sistem ini akan memanfaatkan tingkat kepastian dari seorang pakar untuk menentukan apakah sebuah kerbau menderita penyakit tertentu yang kemudian dihitung dengan menggunakan rumus *Certainty Factor*.

2. METODE

Pakar adalah individu yang mempunyai suatu keahlian tertentu yang mampu menangani permasalahan yang tidak bisa diatasi oleh kebanyakan orang pada umumnya. Dalam konteks artikel ini, pakar kerbau yang menyediakan pengetahuan atau informasi dan data tentang penyakit dan gejala penyakit pada kerbau. Data penyakit kerbau yang dianalisa adalah berbagai jenis bentuk yang meliputi deskripsi, gejala, hubungan dan nilai CF antar gejala.

2.1 Tabel Data Penyakit dan Gejala pada Kerbau

Dalam artikel ini, data tentang penyakit dan gejala digunakan sebagai masukan untuk sistem pakar dengan tujuan mendiagnosis penyakit pada kerbau. Data tentang penyakit dalam artikel ini disajikan pada Tabel 1, sementara data tentang gejala disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Data Penyakit Kerbau

ID Penyakit	Penyakit
D001	Septicemia Epizootica
D002	Antraks
D003	Brucellosis (Keluron)
D004	Paratuberkulosis
D005	Tuberkulosis (TBC)
D006	Botulisme
D007	Mastitis
D008	Tetanus
D009	Erysipelas
D010	Leptospirosis
D011	Listeria
D012	Rabies (Penyakit Anjing Gila)
D013	Penyakit Mulut dan Kuku (PMK)
D014	Malignant Catarrhal Fever (MCF)
D015	Trypanosomiasis
D016	Helminthiasis
D017	Lumpy Skin Disease (LSD)

Tabel 2. Data Gejala Penyakit Kerbau

ID Gejala	Gejala
S001	Terjadi demam
S002	Tidak nafsu makan
S003	Keluarnya cairan dari hidung
S004	Mendengkur (ngorok)
S005	Kejang-kejang (demam tremor)
S006	Denyut jantung yang tidak teratur
S007	Pernafasan yang cepat
S008	Mulut, kemaluan, hidung, dan dubur keluar darah saat kerbau mati
S009	Keguguran yang terjadi setelah 5 bulan muda terjadi lagi di masa berikutnya
S010	Tertundanya keluarnya plasenta
S011	Terjadi radang pada uterus
S012	Terjadi radang pada kemaluan
S013	Badan kurus
S014	Terjadi pembengkakan (edema) didaerah bawah rahang
S015	Mencret tidak memiliki bau.
S016	Lemas atau lesu
S017	Batuk parah (kronis)
S018	Pernafasan sesak
S019	Pembengkakkan pada kelenjar air susu
S020	kesulitan dalam menelan dan makan
S021	Kelumpuhan atau kelemahan pada otot wajah
S022	Pembengkakkan pada ambing
S023	Bila kelenjar air susu diraba terasa panas dan kesakitan karena memerah
S024	Saat diperah, air susu menjadi lebih cair dan mengandung nanah
S025	Kelopak mata kaku saat digerakkan
S026	Telinga kaku saat digerakkan
S027	Tulang punggung kaku saat digerakkan
S028	Kaki kaku saat digerakkan
S029	Ketika mencret bercampur darah
S030	Kencing berwarna merah
S031	Terjadi keguguran pada masa kehamilan tiga minggu
S032	Tampak terjadi belang pada ginjal
S033	Sempoyongan
S034	Kerbau menjadi agresif dan ganas
S035	Jika diikat suka menggigit dan meronta
S036	Ketika di tempat gelap suka bersembunyi
S037	Memakan makanan yang bukan makanannya
S038	Takut terhadap air
S039	Dalam mulut terdapat selaput lendir
S040	Gusi dan bibir terlihat kering, merah, dan panas
S041	Keluarnya air liur yang panjang seperti benang dari mulut
S042	Pembengkakkan pada bagian pergelangan kaki dekat kuku
S043	Produksi susu menurun
S044	Mata berwarna merah
S045	Rambut dan kulit kering serta terasa kasar
S046	Diare
S047	Bulu-bulu berdiri dan mengeras
S048	Terdapat nodul atau benjolan di kulit
S049	Kaki membengkak

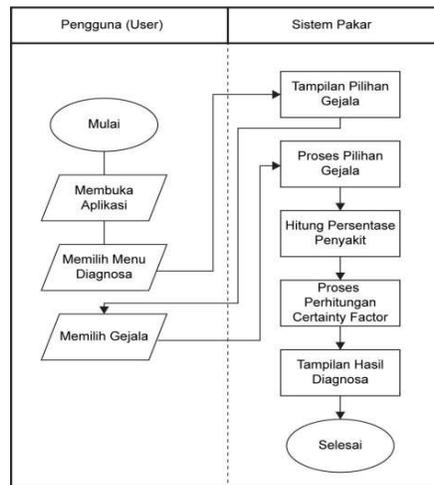
Keterangan:

S001, S002, ..., S049 : Kode Gejala

D001, D002,, D017 : Kode Penyakit

2.2 Flowchart Sistem Diagnosa Penyakit pada Kerbau

Alur flowchart pada sistem diagnosa penyakit kerbau disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Sistem Diagnosa Penyakit Kerbau

Gambar 1 menjelaskan langkah-langkah untuk mengakses sistem pakar. Pertama, pengguna membuka aplikasi berbasis web. Setelah membuka aplikasi, pengguna memilih opsi "Diagnosa" dari menu yang tersedia. *User* bisa memilih gejala-gejala spesifik yang terlihat pada kerbau yang ingin mereka diagnosa. Setelah pengguna memilih gejala-gejala tersebut, sistem akan bekerja memproses pilihan tersebut dan mengkalkulasi persentase kemungkinan suatu penyakit kerbau yang dialami berdasarkan gejala yang telah dipilih. Akhirnya, sistem tersebut akan menampilkan hasil dari diagnosa penyakit, yang mencakup persentase kemungkinan penyakit, deskripsi penyakit yang mungkin diderita oleh kerbau, serta saran penanganan penyakit yang sesuai berdasarkan gejala yang telah dipilih dari menu diagnose oleh pengguna.

2.3 Algoritma *Forward Chaining* dan *Certainty Factor*

Algoritma yang diaplikasikan dalam sistem pakar ini adalah kombinasi algoritma *Forward Chaining* dan *Certainty Factor*. Algoritma *Forward Chaining* yaitu metode penelusuran maju yang dimulai dari beberapa fakta awal, dengan tujuan untuk mencari aturan yang cocok dengan hipotesis yang sedang berkembang, menuju hasil atau kesimpulan yang diharapkan (Perwira & Azis, 2013). Implementasi dari algoritma ini bertujuan menyelesaikan proses inferensi berdasarkan gejala-gejala yang diinputkan oleh seorang pengguna. Proses inferensi dimulai dengan merujuk kepada aturan-aturan yang ada dalam *Knowledge Base* sistem. *Knowledge Base* ini berisi pengetahuan yang diperoleh dari para ahli dalam bidang kesehatan kerbau. Kemudian, sistem memeriksa apakah gejala-gejala yang dimasukkan oleh pengguna berdasarkan dengan gejala-gejala yang ada dalam basis pengetahuan. Jika gejala-gejala yang dimasukkan cocok dengan gejala-gejala dalam basis pengetahuan, maka sistem akan melanjutkan proses inferensi sesuai aturan-aturan yang ada dalam *Knowledge Base* (basis pengetahuan). Jika aturan-aturan tersebut dapat diterapkan, sistem akan menghasilkan diagnosa dan memberikan saran yang tepat terkait virus atau penyakit kerbau yang diderita, berdasarkan hasil inferensi yang telah dilakukan.

Sedangkan *Certainty Factor* (CF) adalah algoritma yang diaplikasikan untuk mengetahui dan mengukur tingkat keyakinan atau kepastian dalam suatu kesimpulan atau diagnosa yang dihasilkan oleh sistem pakar. Algoritma ini digunakan untuk menghitung tingkat keyakinan atau kepastian dalam suatu aturan atau pengetahuan yang digunakan dalam proses

inferensi. Penggunaan CF bertujuan untuk mengatasi ketidakpastian yang mungkin terjadi dalam proses inferensi, sehingga hasil diagnosa yang dihasilkan oleh sistem pakar menjadi lebih akurat dan dapat dipercaya. Nilai CF berkisar antara -1 hingga 1. Nilai CF yang semakin mendekati angka 1, maka tingkat keyakinan terjangkit penyakit semakin tinggi. Sebaliknya, tingkat keyakinan terjangkit penyakit semakin rendah jika nilai CF semakin mendekati angka -1. Dalam sistem pakar ini, *Certainty Factor* (CF) digunakan dalam proses inferensi yang dilakukan oleh sistem pakar menggunakan algoritma *Forward Chaining*. Dalam proses inferensi ini, CF digunakan untuk mengukur tingkat keyakinan atau kepastian dalam suatu aturan atau pengetahuan. Dengan demikian dalam sistem pakar ini, CF dan *Forward Chaining* bekerja bersama-sama, saling terkait, serta menghasilkan diagnosa yang akurat dan dapat dipercaya

2.4 Knowledge Base (Basis Pengetahuan Aturan CF)

Sebuah sistem pakar, bagian pengetahuan perlu direpresentasikan dalam format yang dapat diolah oleh komputer. Dalam sistem ini, aturan produksi atau kaidah produksi yang digunakan dalam model representasi pengetahuan. Aturan produksi diungkapkan dalam format *if-then* (jika-maka). Penggunaan kaidah produksi dalam sistem ini dipilih karena salah satu alasan utamanya adalah bahwa kaidah ini mudah dimengerti dan mudah disampaikan. Penting untuk diingat bahwa keberhasilan suatu sistem pakar sangat bergantung pada pengetahuan yang dimasukkan dan bagaimana pengetahuan tersebut diproses untuk mencapai kesimpulan yang akurat. Pengetahuan yang diperoleh melalui wawancara dan analisis, kemudian diubah menjadi bentuk tabel yang mencantumkan penyakit-penyakit kerbau dan gejala-gejala yang terkait. Hal ini dilakukan untuk mempermudah proses pencarian solusi. Tabel ini menghubungkan gejala-gejala dengan penyakit-penyakit, dan tabel tersebut digunakan sebagai dasar untuk mencocokkan informasi gejala yang diinputkan oleh pengguna (*user*) dengan basis pengetahuan. Dalam Tabel 3, terdapat hubungan antara gejala dan penyakit kerbau, dengan total 17 penyakit dan 49 gejala sebagai parameter. Tabel basis pengetahuan sistem diagnosa penyakit kerbau disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Basis Pengetahuan Sistem Diagnosa Penyakit Kerbau

ID Penyakit	Gejala
D001	S001, S002, S003, S004, S016, S018
D002	S005, S006, S007, S008, S029, S030
D003	S009, S010, S011, S012, S043
D004	S013, S014, S015, S043
D005	S001, S002, S003, S013, S016, S017, S018, S019, S022
D006	S016, S020, S021, S033
D007	S019, S023, S024
D008	S025, S026, S027, S028
D009	S001, S002, S016, S029
D010	S001, S002, S005, S030, S031, S032, S043
D011	S005, S031, S033
D012	S002, S034, S035, S036, S037, S038
D013	S001, S002, S016, S039, S040, S041, S042
D014	S001, S002, S003, S044
D015	S001, S002, S033, S045
D016	S002, S013, S046, S047
D017	S001, S002, S048, S049

2.5 Tabel Data Nilai Penyakit pada Kerbau

Penerapan metode *Certainty Factor* (CF) memerlukan beberapa variabel yang digunakan, termasuk nilai MB (ukuran kepercayaan) dan MD (ukuran ketidakpercayaan). Berdasarkan masing-masing gejala akan diberi nilai kepercayaan yang sesuai dengan tingkat

kepercayaannya. Rentang nilai CF antara 0 hingga 1, dimana nilai tersebut yaitu pasti ya (1.0); hampir pasti (0.8); kemungkinan besar (0.6); mungkin (0.4); hampir mungkin (0.2); dan tidak tahu (0.0). Kaidah gejala yang berkaitan dengan jenis penyakit yang ada akan dijadikan dasar pengetahuan dalam sistem. Data ini kemudian dimasukkan ke dalam basis pengetahuan sistem pakar dan data tersebut diperoleh dari referensi buku. Nilai atau bobot ini akan disesuaikan dengan munculnya gejala pada kerbau. Nilai kepastian (MB & MD) disajikan pada Persamaan 1.

$$CF(H, E) = MB(H, E) - MD(H, E) \tag{1}$$

Keterangan:

- CF(H,E) = Faktor keyakinan hipotesis H atas munculnya evidence
- E MB(H,E) = Tingkat kepercayaan (*measure of belief*) atas hipotesis H terhadap munculnya evidence E
- MD(H,E) = Tingkat ketidakpercayaan (*measure of disbelief*) atas hipotesis H terhadap munculnya evidence E

Contoh:

Jika kepercayaan (MB) anda terhadap gejala Demam untuk penyakit *Septicemia Epizootica* adalah 0.8 (Hampir Pasti) dan ketidakpercayaan (MD) anda terhadap gejala Demam untuk penyakit *Septicemia Epizootica* adalah 0.6 (Kemungkinan Besar), maka:

$$CF \text{ Pakar} = MB - MD (0.8 - 0.2) = 0.6$$

Dimana nilai kepastian anda terhadap gejala Demam untuk penyakit *Septicemia Epizootica* adalah 0.2 (Hampir Mungkin). Gejala, jenis penyakit, dan aturan gejala untuk setiap jenis penyakit beserta nilai MB (kepercayaan) dan MD (ketidak kepercayaan), ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Data Nilai Penyakit Kerbau

No	Id penyakit	Id gejala	MB	MD
1	D001	S001	0,8	0,6
		S002	0,8	0,6
		S003	0,8	0,2
		S004	1,0	0,0
		S016	0,8	0,4
		S018	1,0	0,2
2	D002	S005	0,8	0,2
		S006	1,0	0,0
		S007	1,0	0,0
		S008	1,0	0,0
		S029	1,0	0,2
3	D003	S030	1,0	0,2
		S009	1,0	0,0
		S010	1,0	0,0
		S011	1,0	0,0
		S012	1,0	0,0
4	D004	S043	0,8	0,2
		S013	0,8	0,2
		S014	1,0	0,0
		S015	1,0	0,0
5	D005	S043	0,8	0,2
		S001	0,8	0,2
10	D010	S001	0,8	0,6
		S002	0,8	0,6
		S005	0,8	0,2
		S030	1,0	0,2
		S031	1,0	0,2
		S032	1,0	0,0
		S043	0,8	0,2
		S005	0,8	0,2
11	D011	S031	1,0	0,2
		S033	0,8	0,2
		S002	0,8	0,6
12	D012	S034	1,0	0,0
		S035	1,0	0,0
		S036	1,0	0,0
		S037	1,0	0,0
		S038	1,0	0,0
13	D013	S001	0,8	0,6
		S002	0,8	0,6
		S016	0,8	0,4
		S039	1,0	0,0
		S040	1,0	0,0
		S041	1,0	0,0

		S002	0,8	0,6
		S003	0,8	0,2
		S013	0,8	0,2
		S016	0,8	0,4
		S017	1,0	0,0
		S018	1,0	0,2
		S019	1,0	0,2
		S022	1,0	0,0
6	D006	S016	0,8	0,4
		S020	1,0	0,0
		S021	1,0	0,0
7	D007	S033	0,8	0,2
		S019	1,0	0,2
		S023	1,0	0,0
8	D008	S024	1,0	0,0
		S025	1,0	0,0
		S026	1,0	0,0
		S027	1,0	0,0
9	D009	S028	1,0	0,0
		S001	0,8	0,6
		S002	0,8	0,6
		S016	0,8	0,4
		S029	1,0	0,2

		S042	1,0	0,0
14	D014	S001	0,8	0,6
		S002	0,8	0,6
		S003	0,8	0,2
		S044	1,0	0,0
15	D015	S001	0,8	0,6
		S002	0,8	0,6
		S033	0,8	0,2
16	D016	S045	1,0	0,0
		S002	0,8	0,6
		S013	0,8	0,2
17	D017	S046	1,0	0,0
		S047	1,0	0,0
		S001	0,8	0,6
		S002	0,8	0,6
		S048	1,0	0,0
		S049	1,0	0,0

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem pakar diagnosis penyakit kerbau ini diimplementasikan dalam bentuk web. aplikasi ini didistribusikan di Github dan dapat diakses melalui alamat <https://github.com/exo12dyorama/sistempakarpenyakitkerbau.github.io>.

3.1 Tampilan Halaman Diagnosa/Konsultasi

Pada menu "Halaman Diagnosa/Konsultasi", pengguna (*user*) dapat mengidentifikasi penyakit kerbau dengan memilih gejala yang dialami oleh kerbau tersebut. Tampilan "Halaman Diagnosa/Konsultasi" disajikan pada Gambar 2.

Diagnosa Penyakit

Perhatian!
 Silahkan memilih beberapa gejala saja yang sesuai dengan kondisi kerbau anda, anda dapat memilih kepastian kondisi kerbau dari pasti ya sampai mungkin ya, jika sudah tekan tombol proses (Q) di bawah untuk melihat hasil.

No	Kode	Gejala	Pilih Kondisi
1	G060	Demam	Pilih jika sesuai
2	G061	Nafsu makan turun	Pilih jika sesuai
3	G062	Hidung mengeluarkan cairan	Pilih jika sesuai
4	G063	Ngorok	Pilih jika sesuai
5	G064	Demam tremor(kejang-kejang)	Pilih jika sesuai
6	G065	Denyut jantung tidak stabil	Pilih jika sesuai
7	G066	Pernapasan ceoat	Pilih jika sesuai

Gambar 2. Tampilan Halaman Diagnosa / Konsultasi

3.2 Tampilan Hasil Diagnosa / Konsultasi

Setelah *user* memilih gejala penyakit yang dialami oleh kerbau, maka akan muncul hasil dari diagnosis penyakit pada kerbau. Tampilan dari hasil diagnosis disajikan pada Gambar 3.

Hasil Diagnosis [Cetak](#)

No	Kode	Gejala yang dialami (keluhan)	Pilihan
1	G060	Demam	<input checked="" type="checkbox"/> Hampir pasti ya
2	G061	Nafsu makan turun	<input type="checkbox"/> Pasti ya
3	G062	Hidung mengeluarkan cairan	<input type="checkbox"/> Pasti ya
4	G063	Ngorok	<input type="checkbox"/> Pasti ya

Hasil Diagnosa

Jenis penyakit yang diderita adalah

Septichaemia Epizooticae (Penyakit Ngorok) / 1 % (1.0000)



Gambar 3. Tampilan Hasil Diagnosa / Konsultasi

3.3 Halaman Tentang

“Halaman Tentang” menampilkan informasi tentang admin yang mengelola *website*. Tampilan halaman tentang disajikan pada Gambar 4.



Kebodeteksi 1.0

Akmal | Muhammad Akmal Dzakwan | Prof. Dr. Subyanto S.T., M.T.

Sistem Pakar, Diagnosa Penyakit Pada Kerbau
Copyright © 2023, Universitas Negeri Semarang



Sistem pakar yang mampu mendiagnosa penyakit pada Kerbau berdasarkan pengetahuan yang diberikan langsung dari pakar/ahlinya dan melalui studi literatur. Penelitian ini menggunakan metode perhitungan Certainty Factor (CF) dalam menghitung tingkat kepastian. Data penelitian ini terdiri dari data gejala dan data penyakit Kerbau, serta data aturan. Sistem pakar pada organisasi ditujukan untuk penambahan nilai, peningkatan produktivitas serta area manajerial yang dapat mengambil kesimpulan dengan cepat.

Gambar 4. Tampilan Halaman Tentang

3.4 Halaman Data Penyakit Kerbau

“Halaman Data Penyakit Kerbau” digunakan oleh admin untuk menambahkan, mengubah, dan menghapus data penyakit kerbau. Tampilan halaman ini disajikan pada Gambar 5.

No	Nama Penyakit	Detail Penyakit	Saran Penyakit	Aksi
1	Septicchaemia Epizooticae (Penyakit Ngorok)	Merupakan penyakit yang sering menyerang hewan/ternak ruminansia khususnya sapi dan kerbau yang sifatnya akut atau fatal. Penyebab penyakit SE/ ngorok adalah karena infeksi bakteri pasteurella multocida. Bakteri ini muncul biasanya akibat hewan lain yang kemudian disebut carrier yang telah kebal terhadap bakteri dan melepaskan bakteri ke tubuh hewan lain melalui makanan yang terkena ingus atau air liur dari hewan yang terjangkit penyakit, melalui minuman yang tercemar, kontak langsung dengan hewan yang sakit.	Jika ditemui gejala seperti di atas pada kerbau segera melapor ke Dinas peternakan Kab/Kota/Provinsi terdekat guna dilakukan tindakan pemberantasan. Pengobatan dapat diberi antibiotika (Streptomyci, kloromisetin, tetramisin, nureomisin) guna memutus siklus pertumbuhan bakteri dan mengurangi gejala pada ternak. Tindakan pencegahan apabila ditemukan ternak yang sakit segera di karantina ke kandang lain dan lakukan pengobatan. Jika ternak mati harus segera dibakar atau dikubur. Perketat sanitasi kandang, makanan dan minuman harus diberikan dalam keadaan bersih.	Ubah Hapus
2	Antraks	Merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri Bacillus anthracis dalam bentuk yang paling ganas yang dapat membentuk spora yang sangat tahan didalam tanah hingga puluhan tahun. Penyakit ini pada	Segera dipisahkan ternak yang sehat. Lalu segera lakukan pengobatan dengan cara pemberian vaksin dan diberi antibiotic untuk memutus siklus penyebab penyakit anthrax. Namun jika ternak sudah terlanjur	Ubah Hapus

Gambar 5. Tampilan Halaman Data Penyakit Kerbau

3.5 Halaman Data Gejala Penyakit Kerbau

“Halaman Data Gejala Penyakit Kerbau” berfungsi untuk admin dalam menghapus data, menambah data, dan mengubah data gejala penyakit kerbau. Tampilan dari halaman ini ditunjukkan pada Gambar 6.

No	Nama Gejala	Aksi
1	Demam	Ubah Hapus
2	Nafsu makan turun	Ubah Hapus
3	Hidung mengeluarkan cairan	Ubah Hapus
4	Ngorok	Ubah Hapus
5	Demam tremor(kejang-kejang)	Ubah Hapus
6	Denyut jantung tidak stabil	Ubah Hapus

Gambar 6. Tampilan Halaman Data Gejala Penyakit Kerbau

3.6 Pengujian Hasil Diagnosa

Sistem diagnosa penyakit kerbau yang telah dibuat perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui sistem dapat berkerja secara benar dan efektif. Hasil dari pengujian sistem diagnosa penyakit kerbau disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sistem Diagnosa Penyakit Kerbau

No	Gejala	Certainty Term	Hasil		Kesimpulan
			Sistem Web	Pakar Kerbau	
1	a. S001 (Demam) b. S041 (Keluar ludah yang panjang seperti benang dari mulut) c. S042 (Pembengkakan bagian pergelangan kaki dekat kuku)	Pasti ya Hampir pasti ya Pasti ya	PMK (D013) 100%	PMK (D013)	Sesuai
2	a. S001 (Demam) b. S022 (Ambing membengkak)	Hampir pasti ya Pasti ya	MT	MT (D007)	Sesuai

No	Gejala	Certainty Term	Hasil		Kesimpulan
			Sistem Web	Pakar Kerbau	
	c. S023 (Bila kelenjar air susu diraba terasa panas dan kesakitan karena memerah)	Pasti ya	(D007) 100%		
3	a. S001 (Demam) b. S022 (Ambing membengkak) c. S008 (Mulut, kemaluan, hidung, dan dubur keluar darah saat kerbau mati)	Pasti ya Pasti ya Hampir pasti ya	AN (D002) 100%	AN (D002)	Sesuai
4	a. S009 (Keguguran yang terjadi setelah 5 bulan muda terjadi lagi di masa berikutnya) b. S011 (Radang uterus) c. S031 (Keguguran pada masa hamil 3 minggu)	Pasti ya Pasti ya Hampir pasti ya	BC (D003) 100%	BC (D003)	Sesuai
5	a. S030 (Air kencing berwarna merah)	Pasti ya	AN (D002) 100%	AN (D002)	Sesuai
6	a. S036 (Ketika di tempat gelap suka bersembunyi) b. S037 (Memakan makanan yang bukan makanannya) c. S038 (Takut terhadap air)	Pasti ya Pasti ya Pasti ya	RB (D012) 100%	RB (D012)	Sesuai
7	a. S005 (Kejang-kejang) b. S030 (Kencing berwarna merah) c. S031 (Terjadi keguguran pada masa kehamilan tiga minggu) d. S032 (Ginjal tampak belang)	Pasti ya Hampir pasti ya Hampir pasti ya Pasti ya	LS (D010) 100%	LS (D010)	Sesuai
8	a. S001 (Demam) b. S002 (Nafsu makan turun) c. S044 (Mata berwarna merah) d. S003 (Hidung mengeluarkan cairan)	Hampir pasti ya Pasti ya Pasti ya Hampir pasti ya	MCF (D014) 100%	MCF (D014)	Sesuai
9	a. S001 (Demam) b. S002 (Nafsu makan turun) c. S033 (Sempoyongan) d. S045 (Rambut serta kulit kering dan kasar)	Hampir pasti ya Hampir pasti ya Hampir pasti ya Pasti ya	TS (D015) 100%	TS (D015)	Sesuai
10	a. S047 (Bulu berdiri mengeras) b. S046 (Diare) c. S013 (Kurus)	Pasti ya Pasti ya Hampir pasti ya	HT (D016) 100%	HT (D016)	Sesuai
11	a. S048 (Terdapat nodul atau benjolan di kulit area leher, kepala, kaki, ekor, dan ambing) b. S049 (Kaki membengkak) c. S002 (Nafsu makan turun)	Pasti ya Pasti ya Hampir pasti ya	LSD (D017) 100%	LSD (D017)	Sesuai
12	a. S015 (Mencret tidak berbau) b. S013 (Kurus) c. S043 (Penurunan produksi susu)	Pasti ya Mungkin ya Hampir pasti ya	PT (D004)	PT (D004)	Sesuai

No	Gejala	Certainty Term	Hasil		Kesimpulan
			Sistem Web	Pakar Kerbau	
			100%		
13	a. S034 (Kerbau menjadi agresif dan ganas) b. S035 (Jika diikat suka menggigit dan meronta)	Pasti ya Pasti ya	RB (D012) 100%	RB (D012)	Sesuai
14	a. S016 (Lemah atau lesu) b. S020 (Kesulitan makan dan menelan) c. S033 (Sempoyonan)	Pasti ya Hampir pasti ya Hampir pasti ya	BL (D006) 96%	BL (D006)	Sesuai
15	a. S001 (Demam) b. S002 (Nafsu makan turun) c. S004 (Ngorok) d. S016 (Lemah atau lesu) e. S018 (Sesak nafas)	Hampir pasti ya Hampir pasti ya Pasti ya Hampir pasti ya Pasti ya	SE (D001) 100%	SE (D001)	Sesuai

Pengujian dilakukan dengan menganalisis perbandingan hasil kemungkinan penyakit yang muncul antara sistem web yang dikembangkan dengan pakar penyakit kerbau. Pengujian menunjukkan bahwa aturan atau relasi penyakit dan gejala sudah sesuai dengan dengan basis pengetahuan yang dibuat dengan menggunakan algoritma *Forward Chaining*. Sedangkan *Certainty Factor* digunakan untuk menampilkan nilai persentase untuk menunjukkan tingkat kepercayaan yang ada dalam sistem yang telah dimasukkan. Penelitian sistem pakar kerbau sebelumnya menggunakan metode fuzzy mamdani (**Purba, 2020**) memiliki beberapa kekurangan, salah satunya yaitu kemungkinan penurunan tingkat akurasi jika hasil identifikasi sistem berbeda dengan pakar. Kombinasi metode *Certainty Factor* dan *Forward Chaining* diharapkan dapat menampilkan *user interface* yang lebih sederhana dan mudah untuk dijalankan. Hasil persentase dari analisis sistem menunjukkan tingkat akurasi yang nantinya juga akan ditampilkan pada sistem. Pada kasus ini diperoleh bahwa dari 15 sampel yang diuji menghasilkan 15 hasil yang sama sesuai dengan hasil di lapangan. Dari hasil perhitungan tingkat akurasi menghasilkan akurasi ketepatan sebesar 100%.

$$\text{Tingkat akurasi} = \frac{\text{jum data valid}}{\text{total data}} \times 100 = \frac{15}{15} \times 100\% = 100\%$$

Berdasarkan hasil analisis pengujian sampel Tabel 5, sistem pakar ini menghasilkan nilai akurasi ketepatan yang sangat tinggi dan dapat dikatakan layak oleh pakar. Sehingga sistem pakar ini dapat berguna bagi para peternak kerbau dalam mengetahui penyakit kerbau sejak dini sebelum dilakukan pengobatan lebih lanjut kepada dokter hewan dan memberikan kemudahan bagi para peternak kerbau untuk menanyakan gejala-gejala penyakit kerbau serta menghemat biaya konsultasi kepada dokter hewan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sistem pakar diagnosis penyakit yang terjadi pada hewan kerbau menggunakan kombinasi algoritma *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa sistem yang telah dibuat dapat memberikan suatu informasi kepada peternak kerbau mengenai penyakit yang dialami oleh hewan kerbau berdasarkan gejala yang muncul yang berasal dari serangan penyakit, sistem yang telah

dibuat ini juga dapat memvisualisasikan solusi penanganan untuk kerbau yang sedang terjangkit penyakit serta menunjukkan nilai presentase algoritma *Certainty Factor*. Berdasarkan pengujian yang dilakukan nilai keakuratan sistem dengan pakar, dari 15 sampel memperoleh hasil 15 hasil yang sama dengan hasil di lapangan, di sistem juga menghasilkan informasi terkait deskripsi hasil diagnosa yang lengkap beserta saran serta tindakan. *Inference engine* bekerja secara baik, sesuai dengan rule atau aturan yang sudah peneliti program sebelumnya secara fungsional sistem pakar ini dapat berjalan secara baik dan sesuai setelah dilakukannya pengujian. Sistem ini bisa berjalan atau bekerja sesuai dengan tujuan ketika sistem pakar diagnosis penyakit pada kerbau dijalankan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada UEESRG atas diskusi dan bimbingan yang diberikan, serta Puskesmas Bumiayu Kabupaten Brebes atas data-data yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan artikel ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Agustina, E., Pratomo, I., Wibawa, A. D., & Rahayu, S. (2017). Expert System for Diagnosis Pests and Diseases of The Rice Plant using Forward Chaining and Certainty Factor Method. *2017 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, (pp. 266-270). <https://doi.org/10.1109/isitia.2017.8124092>
- Andriani, A., Meyliana, A., Sardiarinto, Susanto, W. E., & Supriyanta. (2018). Certainty Factors in Expert System to Diagnose Disease of Chili Plants. *2018 6th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, (pp. 1-6). <https://doi.org/10.1109/citsm.2018.8674264>
- Armaya, D., Ginting, B. S., & Maulita, Y. (2022). Expert System For Diagnostic Disease Of Cultivation Of Cucumber Holticulture Using Certainty Factor Method Based On Web-Based. *International Journal of Health Engineering and Technology*, *1*(2), 140-150. <https://doi.org/10.55227/ijhet.v1i2.28>
- Astuti, I., Sutarno, H., & Rasim. (2017). The Expert System of Children's Digestive Tract Diseases Diagnostic using Combination of Forward Chaining and Certainty Factor Methods. *2017 3rd International Conference on Science in Information Technology (ICSITech)*, (pp. 608-612). <https://doi.org/10.1109/icsitech.2017.8257185>
- Hairani, Abdillah, M. N., & Innuddin, M. (2019). An Expert System for Diagnosis of Rheumatic Disease Types Using Forward Chaining Inference and Certainty Factor Method. *2019 International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (SIET)*. (pp. 104-109). <https://doi.org/10.1109/siet48054.2019.8986035>

- Pasaribu, S. A., Sihombing, P., & Suherman, S. (2020). Expert System for Diagnosing Dental and Mouth Diseases with a Website-Based Certainty Factor (CF) Method. *2020 3rd International Conference on Mechanical, Electronics, Computer, and Industrial Technology (MECnIT)*, (pp. 218-221).
- Perwira, R. I., Aziz, A. (2013). Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Infeksi Tbc Paru *Telematika*, *9*(2), 63-74. <https://doi.org/10.31315/telematika.v9i2.285>
- Pranata, R. N., Osmond, A. B., & Setianingsih, C. (2018). Potential Level Detection of Skin Cancer with Expert System Using Forward Chaining and Certainty Factor Method. *2018 IEEE International Conference on Internet of Things and Intelligence System (IOTAIS)*, (pp. 207-213). <https://doi.org/10.1109/iotais.2018.8600855>
- Purba, E. H. (2020). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Hewan Ternak Kerbau Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Web. *Jurnal Majalah Ilmiah Informasi dan Teknologi Ilmiah (INTI)*, *7*(2), 193–197.
- Rumaisa, F., & Junaedi, D. (2016). Expert System For Early Diagnosis Of Meningitis Disease Using Certainty Factor Method. *2016 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*, (pp. 24-27).
- Sajida, M. (2023). Implementation of a Rabbit Disease Diagnosis Expert System using the Forward Chaining and Certainty Factor Method. *Journal of Computer Scine and Information Technology*, 143–148. <https://doi.org/10.35134/jcsitech.v9i3.78>
- Setiawan, F. A., Puspasari, R., Manik, L. P., Akbar, Z., Kartika, Y. A., Satya, I. A., Saleh, D. R., Indrawati, A., Suzuki, K., Albasri, H., & Wada, M. (2021). Ontology-Assisted Expert System for Algae Identification With Certainty Factors. *IEEE Access*, *9*, 147665–147677. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3123562>
- Sihombing, F., Ramadhan, P. S., & Suherdi, D. (2021). Implementasi Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Anthrax pada Hewan Kerbau dengan Metode Certainty Factor Di Tapanuli Utara. *Jurnal Cyber Tech*, *1*(3), 1–6.
- Susanto, D., Fadlil, A., & Yudhana, A. (2020). Application of the Certainty Factor and Forward Chaining Methods to a Goat Disease Expert System. *Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, *6*(2), 158-164.
- Uriawan, W., Atmadja, A. R., Irfan, M., Taufik, I., & Luhung, N. J. (2018). Comparison of Certainty Factor and Forward Chaining for Early Diagnosis of Cats Skin Diseases. *2018 6th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, (pp. 1-7).

- Wicaksono, D., & Adi Nata, I. (2023). Application of expert system identification of horticultural plant diseases with certainty factor and forward chaining for Smart Village Concept Development. *Telematika*, 20(1), 63.
- Widians, J. A., Puspitasari, N., & Ameilia, U. (2018). Expert System of Black Orchid Cultivation using Certainty Factor Method. *2018 2nd East Indonesia Conference on Computer and Information Technology (EIconCIT)*, (pp. 35-40).
- Yanti, N., Kurniawan, R., Abdullah, S. N., Nazri, M. Z., Hunafa, W., & Kharismayanda, M. (2018). Tropical Diseases Web-based Expert System Using Certainty Factor. *2018 2nd International Conference on Electrical Engineering and Informatics (Icon EEI)*, (pp. 62-66). <https://doi.org/10.1109/icon-eei.2018.8784331>
- Zamroni, M. R., Qabilah, C. K. N. S., & Wahyudi, A. (2022). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Sapi Sebagai Upaya Pencegahan Penyebaran Wabah PMK Di Lamongan. *Jurnal Ilmiah Informatika (JIF)*, 10(2). 145-152.