

IMPLEMENTASI METODE *CERTAINTY FACTOR* DALAM SISTEM PAKAR UNTUK MENGIDENTIFIKASI PENYAKIT TANAMAN LADA

Muslimin B¹, Putu Sugiartawan²

¹Prodi Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda
Jl.Samratulangi, Samarinda, Indonesia

²Prodi Teknik Informatika, STMIK STIKOM Indonesia
Jl. Tukad Pakerisan No 97, Denpasar, Indonesia

e-mail: muslimin@politanisamarinda.ac.id¹, putu.sugiartawan@stiki.ac.id²

Received : September, 2021

Accepted : October, 2021

Published : October, 2021

Abstract

Pepper plants are agricultural products that have high economic value and are susceptible to disease. The problems experienced by farmers in the Samarinda City area are that they are not optimal in identifying diseases early in pepper plants, and the lack of involvement of agricultural experts in the monitoring process. The purpose of this study is to design and build an expert system that functions as an interactive consultation medium in diagnosing pepper plant diseases based on symptoms. The expert system can search for rules and knowledge preference values based on input values in the form of probabilistic data for each symptom. Modeling the certainty factor method can measure the value of trust and distrust of expert knowledge preferences for each disease. Based on the test results from the rule process and the symptom level confidence value, it can produce a decision-level analysis with an accuracy of 90.1%. The expert system has the advantage that it can accommodate expert knowledge in diagnosing pepper plant diseases in time series. This research can help farmers, researchers, experts or agencies in the field of agriculture to identify diseases, handling solutions to support the growth of pepper plants in Samarinda City.

Keywords: *Certainty Factor Method, Expert System, Pepper Crops*

Abstrak

Tanaman lada merupakan produk pertanian yang bernilai ekonomi tinggi dan rentang terhadap penyakit. Permasalahan yang alami oleh petani di wilayah Kota Samarinda adalah kurang maksimal dalam mengidentifikasi penyakit secara dini pada tanaman lada, serta minimnya keterlibatan pakar pertanian dalam proses monitoring. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun sebuah sistem pakar yang berfungsi sebagai media konsultasi interaktif dalam mendiagnosis penyakit tanaman lada berdasarkan gejala. Sistem pakar dapat melakukan penelusuran rule dan nilai preferensi pengetahuan berdasarkan nilai inputan berupa data probabilistik setiap gejala. Pemodelan metode certainty factor dapat mengukur nilai kepercayaan dan ketidakpercayaan preferensi pengetahuan pakar setiap penyakit. Berdasarkan hasil pengujian dari proses rule dan nilai kepercayaan tingkatan gejala maka dapat menghasilkan sebuah analisa tingkat keputusan dengan akurasi 90,1%. Sistem pakar memiliki kelebihan yang dapat mengakomdir pengetahuan pakar dalam mendiagnosis penyakit tanaman lada secara time series. Penelitian ini dapat membantu petani, peneliti, pakar atau pihak dinas di bidang pertanian untuk mengidentifikasi penyakit, solusi penanganan untuk mendukung pertumbuhan tanaman lada Kota Samarinda.

Kata Kunci: *Metode Certainty Factor, Sistem Pakar, Tanaman Lada*

1. PENDAHULUAN

Wilayah pedesaan Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur merupakan salah satu daerah penghasil dan pengeksport tanaman lada untuk beberapa negara seperti Cina, Vietnam, Myanmar, India, Taiwan dan Amerika. Tanaman lada merupakan salah satu varietas unggul Kota Samarinda dengan rata-rata hasil produksi sebesar 50 ton per tahun[1]. Peningkatan hasil panen petani membutuhkan sebuah penanganan dan pemeliharaan yang produktif. Tanaman lada merupakan salah satu jenis tanaman yang di budidayakan dan membutuhkan proses pemeliharaan dengan waktu yang cukup lama sebelum masuk periode masa panen. Salah satu kelebihan budidaya tanaman lada adalah apabila sudah tumbuh dan berkembang maka kegiatan panen dapat dilakukan beberapa kali dalam satu musim.

Kualitas pertumbuhan tanaman lada dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya pemupukan rutin, pengairan, penyemprotan, pembersihan lahan dari rumput dan hama, serta pemeliharaan dari berbagai jenis penyakit. Tanaman lada adalah salah satu tanaman yang rentan akan penyakit[2], serta membutuhkan sebuah penanganan dari pihak elemen masyarakat, peneliti ataupun dinas yang terkait. Permasalahan yang terjadi di lingkungan masyarakat masih kurang perhatian dari berbagai pihak terkait, sehingga hasil panen oleh petani terkadang kurang memuaskan, serta mengakibatkan menurunnya kualitas dan kuantitas hasil panen.

Penelitian ini berfokus terhadap identifikasi penyakit berdasarkan gejala dan solusi penanganan terhadap penyakit tanaman lada. Beberapa penyakit pada tanaman lada disebabkan oleh jamur, bakteri, virus, dan organisme dengan gejala visual yang dapat diamati pada daun atau batang tanaman lada[3], perkembangan dan standarisasi pertumbuhan tanaman kurang maksimal di sebabkan keparahan penyakit[4], wabah penyakit pada daun dan batang, serta kadar pemberian pestisida[5]. Menganalisa tingkat keparahan suatu penyakit tanaman lada tentunya membutuhkan sebuah evaluasi dari

pihak pakar bidang pertanian untuk membantu petani dalam menanggulangi permasalahan tersebut. Pakar memiliki kemampuan untuk menganalisa penyakit terhadap gejala. Pakar tentunya memiliki kekurangan dari sisi waktu dan proses analisa yang lebih lama dan tingkat preferensi pengetahuan bervariasi dan bisa berubah ubah. Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan teknologi dalam mengefektifkan kegiatan tersebut, yaitu dengan perancangan sebuah sistem pakar.

Sistem pakar merupakan teknologi berbasis cerdas yang dapat menganalisa dan memecahkan permasalahan tertentu dengan tools berupa program komputer yang dapat meniru proses berpikir dari ahli terhadap domain pengetahuan [6]. Sistem pakar merupakan suatu sistem yang dapat meniru kemampuan seorang pakar di implementasikan ke dalam sebuah perangkat komputer berbasis aturan[7]. Sistem pakar dapat melakukan penelusuran rule, menerapkan model probabilistik tingkat ukuran ketidakpastian untuk evaluasi nilai preferensi pengetahuan pakar[8]. Beberapa model yang dapat digunakan dalam aplikasi sistem pakar antara lain: metode *fuzzy logic*, *dempster shafer*, *teorema bayes*, *forward chaining*, *certainty factor*[9], KNN[10] dan lain-lain.

Metode *certainty factor* merupakan model yang mampu mengukur nilai keyakinan suatu fakta atau hipotesis berdasarkan bukti dan penilaian ahli[11]. Cara mendapatkan tingkat kepercayaan adalah dengan melakukan wawancara seorang ahli dan implementasi *rule* yang merupakan interpretasi nilai metode *certainty factor*. Metode *certainty factor* merupakan pendekatan berbasis aturan berbasis ketidakpastian dengan melibatkan catatan orang dalam mendiagnosis berdasarkan atribut yang digunakan sehingga menghasilkan kesimpulan[12]. Metode *certainty factor* dapat melakukan diagnosis sebuah hasil keputusan dengan tingkat akurasi 80,5%[13]. Pemodelan dan implementasi sistem pakar dapat dimanfaatkan sebagai sarana untuk mengidentifikasi penyakit dan solusi penanganan terhadap keluhan petani dalam mendukung perkembangan tanaman lada.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan tahapan proses untuk menganalisis kebutuhan data, rancangan, proses dan implementasi sistem pakar yang dilakukan secara sistematis dan terstruktur. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Waterfall*. Tahapan metode waterfall dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Tahapan Metode *Waterfall*
Tahapan metode *waterfall* meliputi beberapa proses[14]:

- 1) *Requirements Definition*
Merupakan tahapan untuk menganalisis kebutuhan sistem dan data yang bersumber dari studi literatur, seperti buku, jurnal modul dan internet.
- 2) *System and Software Design*
Merupakan tahapan untuk mendesain rancangan dan model sistem
- 3) *Implementation and Unit Testing*
Merupakan desain perangkat lunak yang merupakan seperangkat program atau unit program
- 4) *Integration and System Testing*
Merupakan tahapan untuk memastikan unit program di uji untuk persyaratan fitur pada perangkat lunak terpenuhi.
- 5) *Operation and Maintenance*
Merupakan tahapan untuk operasi dan pemeliharaan melibatkan pengkoreksian kesalahan yang tidak ditemukan pada tahap perencanaan dan tahap awal

Implementasi Metode *Certainty Factor*

Metode *certainty factor* adalah model ketidakpastian yang dapat mengukur derajat kepercayaan, serta dapat menelusuri suatu fakta terhadap studi kasus berupa matriks yang dapat di terapkan dan mengidentifikasi dalam sistem pakar[15].

Tahapan proses metode *certainty factor* adalah[16]:

- 1) *Certainty factors* menyatakan *belief* dalam suatu event berupa fakta dan hipotesa didasarkan kepada *evidence* (atau *expert's assessment*)

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

$CF[h,e]$ = *Certainty Factor* (faktor kepastian)

$MB[h,e]$ = Measure of Belief atau tingkat keyakinan) adalah nilai tingkat kepercayaan dari hipotesis h dipengaruhi oleh evidence (gejala) e (antara 0 dan 1)

$MD[h,e]$ = *Measure of Disbelief* atau tingkat ketidakpercayaan, adalah nilai ketidakpercayaan dari hipotesis h dipengaruhi oleh gejala e (antara 0 dan 1)

- 2) Kombinasi dari dua atau lebih aturan dengan bukti yang berbeda tetapi menggunakan hipotesis yang sama.

$$MB[h,e1^e2] = MB[h,e1] + MB[h,e1] * (1 - MB[h,e1])$$

$$MB[h,e1^e2] = MD[h,e1] + MD[h,e1] * (1 - MD[h,e1]) \quad (2)$$

Nilai probabilitas setiap gejala

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Data

Implementasi sistem pakar pada komponen mesin inferensi dapat mempengaruhi keputusan dalam mengidentifikasi tanaman lada. Mesin inferensi dapat menghasilkan informasi dari fakta atau asumsi untuk menghasilkan kesimpulan dengan tingkat akurasi yang tinggi menggunakan metode *certainty factor*.

Arsitektur pemodelan sistem pakar diagnosa tanaman lada menggunakan metode *certainty factor* merupakan proses model untuk proses ketidakpastian hasil analisis pakar dan pengguna. Arsitektur model *certainty factor* dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Arsitektur *Certainty Factor*

- 1) Data Penyakit
Karakteristik data penyakit pada tanaman lada diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Penyakit

NO	KODE PENYAKIT	JENIS PENYAKIT
1	P1	Penyakit Busuk Akar
2	P2	Penyakit Ganggang Pirang
3	P3	Penyakit Busuk Pangkal
4	P4	Penyakit Busuk Tunggul
5	P5	Penyakit Kuning
6	P6	Penyakit Kerdil/Keriting

- 2) Tabel Keputusan

Tabel keputusan merupakan proses *rule* secara global jenis penyakit berdasarkan gejala yang dialami pada tanaman lada. Tabel keputusan berdasarkan penelusuran *rule* keseluruhan diuraikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Keputusan

KD	GEJALA	P1	P2	P3	P4	P5	P6
G1	Daun layu dan kering	✓					
G2	Batang membusuk	✓					
G3	Akar rambut rusak	✓					

G4	bercak hitam disisi atau tengah daun	✓					
G5	Bercak hitam disisi atau tengah daun		✓				
G6	Kematian cabang produksi		✓				
G7	Ranting tidak tumbuh		✓				
G8	Tumbuh jamur berwarna cokelat pada ranting		✓				
G9	Daun layu dan kering			✓			
G10	Kulit batang berwarna hitam			✓			
G11	Terlihat jaringan pembuluh berwarna cokelat pada kulit yang terlepas			✓			
G12	Bercak hitam diujung daun			✓			
G13	Daun berwarna kuning				✓		
G14	Akar rambut rusak				✓		
G15	Batang membusuk				✓		
G16	Bercak hitam disisi atau tengah daun				✓		
G17	Daun Gugur					✓	
G18	Bekas gigitan berwarna hitam di batang karena terjadi pembusukan					✓	
G19	Pertumbuhan terhambat					✓	
G20	Daun berwarna kuning					✓	
G21	Akar rambut rusak					✓	
G22	bercak hitam diujung daun						✓
G23	Daun pucuk yang keluar dari tunas muda berbentuk mosaik						✓
G24	Tanaman kerdil						✓
G25	Buah kecil dan jarang						✓
G26	Tunas yang tumbuh beruas pendek						✓
G27	Tidak berdaun						✓

3) Penelusuran Rule

Berdasarkan uraian pada tabel keputusan sebelumnya maka dilakukan proses penelusuran rule salah satu objek penyakit. Penelusuran rule merupakan tahapan untuk mengidentifikasi gejala spesifik terhadap penyakit pada tanaman lada. Penelusuran rule penyakit busuk akar pada tanaman lada yang dilakukan oleh user/petani dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Pohon Keputusan

Penelusuran rule berkaitan erat dengan tingkat analisis yang dilakukan oleh pengguna dan pakar bidang pertanian. Hasil analisis pengguna diuraikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Pengguna

Kode Gejala	Gejala	Nilai CF User/ Petani
G1	Daun layu dan kering	1.0 untuk nilai CF User terhadap Gejala 1
G2	Batang membusuk	0.6 untuk nilai CF User terhadap Gejala 2
G3	Akar rambut rusak	0.4 untuk nilai CF User terhadap Gejala 3
G4	bercak hitam disisi atau tengah daun	0.6 untuk nilai CF User terhadap Gejala 4

4) Nilai CF Pakar

Nilai probabilistik metode *certainty factor* merupakan ukuran nilai terhadap tingkat kepercayaan suatu gejala pada tanaman lada. Nilai preferensi tingkat kepercayaan pada penyakit busuk akar tanaman lada oleh pakar bidang pertanian diuraikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai CF Pakar Pertanian

GEJALA	Nilai MB	Nilai MD	Nilai CF
Daun layu dan kering	0.8	0.2	0.6
Batang membusuk	0.8	0.2	0.6
Akar rambut rusak	1.0	0	1.0
Bercak hitam disisi atau tengah daun	0.8	0.2	0.6

Tahapan proses metode *certainty factor* dengan melibatkan kombinasi beberapa rule dalam mendiagnosis penyakit tanaman lada adalah:

a) Kaidah rule dengan tingkat CF terhadap gejala 1:

$$\begin{aligned}
 \text{CFGejala 1} &= \text{CF(Petani)} * \text{CF(Pakar Pertanian)} \\
 &= 1.0 * 0.6 \\
 &= 0.6
 \end{aligned}$$

b) Kaidah rule dengan tingkat CF terhadap gejala 2:

$$\begin{aligned}
 \text{CFGejala 2} &= \text{CF(Petani)} * \text{CF(Pakar Pertanian)} \\
 &= 0.6 * 0.6 \\
 &= 0.36
 \end{aligned}$$

c) Kaidah rule dengan tingkat CF terhadap gejala 3:

$$\text{CFGejala 3} = \text{CF(Petani)} * \text{CF(Pakar}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Pertanian)} \\
 & = 0.4 * 1.0 \\
 & = 0.4 \\
 \text{d) Kaidah rule dengan tingkat CF terhadap} \\
 \text{gejala 4:} \\
 \text{CFGejala4} & = \text{CF(Petani)} * \text{CF(Pakar} \\
 & \text{Pertanian)} \\
 & = 0.6 * 0.6 \\
 & = 0.36
 \end{aligned}$$

Berdasarkan akumulasi nilai CF antara user/petani dan pakar pertanian maka tahapan selanjutnya adalah penggabungan proses rule tersebut. Mengkombinasikan ke empat penelusuran rule dengan kombinasi evidence meliputi beberapa tahapan:

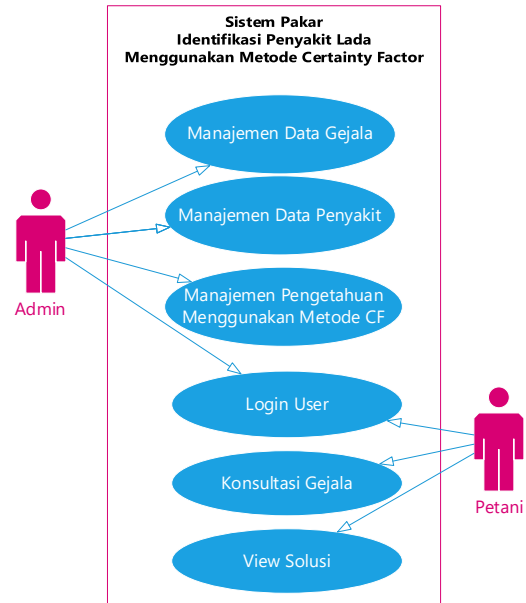
$$\begin{aligned}
 \text{a) CFKombinasi(NilaiCFGejala1,NilaiCFGejala2)} \\
 & = \text{NilaiCFGejala1} + \text{NilaiCFGejala2} * \\
 & \quad (1 - \text{NilaiCFGejala1}) \\
 & = 0.6 + 0.36 * (1 - 0.6) \\
 & = 0.6 + 0.144 \\
 \text{CFBaru1} & = 0.744 \\
 \text{b) CFKombinasi (CFBaru1,CFGejala3)} \\
 & = \text{CFBaru1} + \text{CFGejala3} * (1 - \text{CFBaru1}) \\
 & = 0.744 + 0.4 * (1 - 0.744) \\
 & = 0.744 + 0.102 \\
 \text{CFBaru2} & = 0.846 \\
 \text{c) CFKombinasi (CFBaru2,CFGejala4)} \\
 & = \text{CFBaru2} + \text{CFGejala4} * (1 - \text{CFBaru2}) \\
 & = 0.846 + 0.36 * (1 - 0.846) \\
 & = 0.846 + 0.055 \\
 \text{CFBaru3} & = 0.901
 \end{aligned}$$

Berdasarkan proses mesin inferensi menggunakan metode *certainty factor* maka dapat menghasilkan sebuah keputusan dengan tingkat akurasi berdasarkan nilai probabilitas nilai inputan. Hasil evaluasi nilai preferensi user/petani dan pakar berdasarkan kombinasi rule sebelumnya adalah:
 $0.901 * 100\% = 90,1\%$

Berdasarkan implementasi sistem pakar dan hasil pengujian secara manual metode *certainty factor* maka dihasilkan sebuah kesimpulan penyakit dialami tanaman yang di ujikan adalah penyakit busuk akar dengan persentase tingkat akurasi 90,1%.

5) Use case diagram

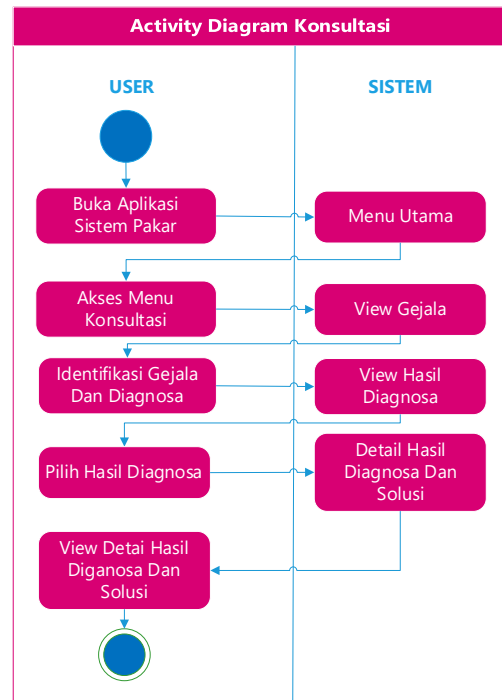
Use case diagram adalah alur kerja dan akses setiap pengguna dalam berinteraksi dengan sistem pakar. Spesifikasi hak akses untuk administrasi/pakar dan user/petani dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Use Case Diagram

6) Activity Diagram Konsultasi

Activity Diagram merupakan aktifitas interaksi antar user dan dengan sistem pakar dalam proses menganalisis dan mengidentifikasi penyakit pada tanaman lada. Tahapan *actifity* diagram dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Actifity Diagram Konsultasi

3.2 Pembahasan

1) Input data penyakit

Merupakan tampilan untuk melakukan proses manajemen dan evaluasi kebutuhan data penyakit tanaman lada ke dalam aplikasi sistem pakar. Desain tampilan *input* data penyakit sesuai Gambar 6.

No Penyakit	Nama Penyakit	Deskripsi Penyakit	Solusi Penanganan	Aksi
1	Penyakit Busuk Akar	Penyakit busuk akar pada tanaman lada disebabkan oleh jamur <i>phytophthora capsici</i> yang mematikan pada akar	Perlu efektivitas pengendalian terpadu perhatian terhadap penataan kondisi lingkungan sekitar	[Edit] [Delete]
2	Penyakit ganggang pirang	Penyakit ganggang pirang atau jamur pirang pada tanaman lada disebabkan oleh Jamur <i>Septobasidium sp</i> yang berasosiasi dengan kutu tempurung (Scale Insect).	Perlu kajian kombinasi pengendalian kimiawi insektisida dengan fungisida mengingat penyakit ini merupakan penyakit yang muncul dari asosiasi simbiosis antara jamur <i>Septobasidium</i> dan kutu tempurung/Scale Insect.	[Edit] [Delete]
3	Penyakit Busuk Pangkal	Penyakit pada tanaman lada yang disebabkan Jamur <i>Phytophthora capsici</i> yang mematikan pada pangkal tanaman lada	Penggunaan bibit yang sehat, penanaman varietas yang toleran misalnya Natar 1, Lampung Daun Kecil (LDK) dan Chumuk	[Edit] [Delete]

Gambar 6. Tampilan *Input* Data Penyakit

2) *Input* data gejala

Merupakan tampilan untuk melakukan proses manajemen data dan kebutuhan gejala penyakit pada tanaman lada. *Tampilan input* data gejala sesuai Gambar 7.

No	Gejala	Aksi
1	Daun layu dan kering	[Edit] [Delete]
2	Batang membusuk	[Edit] [Delete]
3	Akar rambut rusak	[Edit] [Delete]
4	Bercak hitam disisi atau tengah daun	[Edit] [Delete]

Gambar 7. Tampilan *Input* Data Gejala

3) Basis Pengetahuan CF

Merupakan tampilan untuk menganalisis tingkat kepercayaan pengetahuan pakar ke dalam bentuk nilai tingkat keyakinan (MB) dan tidak keyakinan (MD). Tampilan basis pengetahuan sesuai Gambar 8.

No	Penyakit	Gejala	Nilai MB	Nilai MD	Aksi
1	Penyakit Busuk Akar	Daun layu dan kering	0.8	0.2	[Edit] [Input]
2	Penyakit Busuk Akar	Batang membusuk	0.8	0.2	[Edit] [Input]
3	Penyakit Busuk Akar	Akar rambut rusak	1.0	0.0	[Edit] [Input]
4	Penyakit Busuk Akar	Bercak hitam disisi atau tengah daun	0.8	0.2	[Edit] [Input]

Gambar 8. Tampilan Basis Pengetahuan

4) Hasil Identifikasi Penyakit

Berdasarkan proses evaluasi dan analisis tingkat keyakinan, maka dilakukan kegiatan identifikasi dan diagnosis sebuah tanaman lada berdasarkan gejala yang dialami. Hasil identifikasi berdasarkan ukuran tingkat keyakinan terhadap gejala maka menghasilkan sebuah keputusan dengan tingkat nilai akurasi. Tampilan hasil identifikasi sesuai Gambar 9.

No	Kode	Gejala	Inputan Nilai
1	G001	Daun layu dan kering	[Input]
2	G002	Batang membusuk	[Kemungkinan besar ya]
3	G003	Akar rambut rusak	[Mungkin ya]
4	G004	Bercak hitam disisi atau tengah daun	[Kemungkinan besar ya]

Hasil Diagnosa
Jenis penyakit yang diderita adalah
Penyakit Busuk Akar / 0.9 % (0.9017)

Gambar 9. *Form* Hasil Identifikasi

5) Solusi Penanganan

Berdasarkan hasil identifikasi dan diagnosis yang telah dilakukan maka akan diberikan sebuah solusi untuk penanganan. Tampilan solusi penanganan sesuai Gambar 10.

Deskripsi Penyakit
Penyakit busuk akar pada tanaman lada disebabkan oleh jamur *phytophthora capsici* yang mematikan pada akar

Solusi Penanganan
Perlu efektivitas pengendalian terpadu perhatian terhadap penataan kondisi lingkungan sekitar

Gambar 10. Tampilan Solusi Penanganan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian model dan penerapan sistem pakar terhadap analisis gejala-gejala penyakit pada tanaman lada, maka dihasilkan sebuah diagnosis penyakit busuk akar dengan tingkat akurasi 90,1%. Dengan adanya implementasi model dan mesin inferensi menggunakan metode *certainty factor*, sistem pakar pada penelitian ini dapat di gunakan oleh kalangan petani, praktisi, serta mengakomodir pengetahuan pakar di bidang pertanian dalam mendiagnosis penyakit dengan efektif, efisien serta hasil keputusan dengan tingkat akurasi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Anonim, "Kementan Dorong Kaltim Mengekspor Produk Olahan Pertanian," 2021. [Online]. Available: <https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=3916>. [Accessed: 27-Sep-2021].

[2] M. Bhagat, D. Kumar, R. Mahmood, B. Pati, and M. Kumar, "Bell pepper leaf disease classification using CNN," *2nd Int. Conf. Data, Eng. Appl. IDEA 2020*, 2020.

[3] F. Jobin, S. D. Anto, and B. K. Anoop, "Pepper Plants Using Soft Computing Techniques," 2016.

[4] J. Behley, J. Behmann, and R. Roscher, "HYPER SPECTRAL PLANT DISEASE

- FORECASTING USING GENERATIVE
Alina F. Institute of Geodesy and
Geoinformation, University of Bonn
INRES-Plant Diseases and Plant
Protection, University of Bonn," pp.
1793–1796, 2019.
- [5] N. Rakshitha, "Pepper Cutting UGV and
Disease Detection using Image
Processing," pp. 19–21, 2017.
- [6] S. A. Pasaribu, P. Sihombing, and S.
Suherman, "Expert System for
Diagnosing Dental and Mouth Diseases
with a Website-Based Certainty Factor
(CF) Method," *Mecn. 2020 - Int. Conf.
Mech. Electron. Comput. Ind. Technol.*,
pp. 218–221, 2020.
- [7] Y. Wu, "Rule-based Expert System for
Chinese Patent Law," pp. 191–195,
2020.
- [8] M. B, "Implementasi Sistem Pakar
Dalam Mendiagnosis Penyakit Mata
Menggunakan Metode Backward
Chaining Dan Demster Shafer," *Metik*,
vol. 1, no. 2, pp. 34–40, 2017.
- [9] R. N. Pranata, A. B. Osmond, and C.
Setianingsih, "Potential level detection
of skin cancer with expert system using
forward chaining and certainty factor
method," *Proc. - 2018 IEEE Int. Conf.
Internet Things Intell. Syst. IOTAIS 2018*,
pp. 207–213, 2019.
- [10] Nunsina, Tulus, and Z. Situmorang,
"Analysis Optimization K-Nearest
Neighbor Algorithm with Certainty
Factor in Determining Student Career,"
*Mecn. 2020 - Int. Conf. Mech. Electron.
Comput. Ind. Technol.*, pp. 306–310,
2020.
- [11] J. A. Widians, N. Puspitasari, and A.
Febriansyah, "Disease Diagnosis System
Using Certainty Factor," *ICEEIE 2019 -
Int. Conf. Electr. Electron. Inf. Eng.
Emerg. Innov. Technol. Sustain. Futur.*,
pp. 303–308, 2019.
- [12] G. Konstantinopoulou, K. Kovas, I.
Hatzilygeroudis, and J. Prentzas, "An
Approach using Certainty Factor Rules
for Aphasia Diagnosis," *10th Int. Conf.
Information, Intell. Syst. Appl. IISA
2019*, pp. 1–7, 2019.
- [13] I. Astuti and H. Sutarno, "The Expert
System of Children ' s Digestive Tract
Diseases Diagnostic using Combination
of Forward Chaining and Certainty
Factor Methods," pp. 608–612, 2017.
- [14] I. Sommerville, *Software Engineering*,
Tenth Edit. United States Of America:
Pearson Education Limited, 2015.
- [15] W. Yulianti, D. Arisandi, and A. Syaf,
"Comparison of the effectiveness of
certainty factor vs dempster-shafer in
the determination of the adolescent
learning styles," *Proc. - 2018 2nd Int.
Conf. Electr. Eng. Informatics Towar.
Most Effic. W. Mak. Deal. with Futur.
Electr. Power Syst. Big Data Anal. ICon
EEI 2018*, no. October, pp. 46–50, 2018.
- [16] 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*, pp. 104–109, 2019.