



Penerapan Metode *Certainty Factor* pada Sistem Pakar Diagnosa Hama dan Penyakit pada Tanaman Tomat

Dila Adellia^{#1}, Alda Cendekia Siregar^{*2}, Syarifah Putri Alkadri^{#3}

[#]Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Pontianak

Jalan Jendral Ahmad Yani No. 111 Bangka Belitung Laut, Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat

¹dila.adellia@unmuhpnk.ac.id

³agustini.putri@unmuhpnk.ac.id

^{*}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Pontianak

Jalan Jendral Ahmad Yani No. 111 Bangka Belitung Laut, Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat

²alda.siregar@unmuhpnk.ac.id

Abstrak— Tanaman tomat termasuk tanaman hortikultura yang memiliki banyak manfaat bagi tubuh. Kurangnya pengetahuan pelaku tani dalam merawat serta mengatasi permasalahan pada tanaman tomat berdampak pada hasil panen yang kurang memuaskan. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk menghasilkan sebuah sistem pakar diagnosa hama dan penyakit pada tanaman tomat berbasis *website* berdasarkan beberapa gejala serta solusi untuk mengatasi permasalahan pada tanaman tomat. Metode yang diterapkan pada *website* tanaman tomat yaitu Metode *Certainty Factor*. Metode tersebut dapat memberikan gambaran mengenai kepercayaan seorang pakar terhadap suatu masalah, pada sistem pakar diagnosa hama dan penyakit tanaman tomat dilakukan pengujian akurasi sistem. Pengujian akurasi sistem dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dan nilai keberhasilan sistem. Dalam pengujian akurasi sistem digunakan 20 data kasus lapangan berdasarkan wawancara langsung kepada beberapa pihak pelaku tani tanaman tomat, dengan mengumpulkan fakta-fakta berupa gejala dari setiap kasus permasalahan hama dan penyakit tanaman tomat. Berdasarkan 20 data kasus tanaman tomat yang telah dilakukan berdasarkan penyesuaian terhadap sistem dan pakar diperoleh nilai akurasi sistem sebesar 90%.

Kata kunci— Sistem Pakar, *Certainty Factor*, Hama Penyakit, Tomat

I. PENDAHULUAN

Tanaman tomat termasuk tanaman hortikultura semusim yang artinya melakukan satu kali produksi. Tanaman tomat termasuk divisi *spermatophyta* yang artinya memiliki biji. Tanaman yang memiliki tinggi mencapai ± 2 meter ini mengandung vitamin dan mineral yang tinggi.

Pada buah tomat terkandung karbohidrat, protein, lemak dan kalori yang dapat meningkatkan daya berpikir pada manusia. Selain itu, tanaman tomat berguna sebagai sayur, obat, kosmetik, bahan baku industri, makanan dan minuman [1]. Dari banyaknya manfaat tanaman tomat, produksi tanaman tomat menjadi salah satu tanaman unggulan di seluruh dunia. Permintaan pasar terhadap buah tomat semakin meningkat, seperti yang terjadi pada tahun 2018, permintaan pasar buah tomat di Indonesia sebanyak 976.772 ton dan pada tahun 2019 terjadi peningkatan 4,46% sebanyak 1.020.333 ton. Area budidaya tanaman tomat yang semakin bertambah sekitar 1,15% pada tahun 2018 dari 54.158 Ha meningkat menjadi 54.780 pada tahun 2019 (Direktorat Jenderal Hortikultura, 2020) [2].

Namun, dari banyaknya permintaan pasar buah tomat masih banyak pihak pelaku tani tanaman tomat yang belum mampu mengatasi permasalahan terkait serangan hama dan penyakit tanaman tomat, hal tersebut mengakibatkan hasil panen yang menurun atau gagal panen seperti yang terjadi pada kelompok tani di wilayah Rasau Jaya Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan, terdapat laporan kegagalan panen tanaman tomat dibulan Juli tahun 2021.

Teknologi menjadi solusi dalam berbagai permasalahan yang kompleks tak terkecuali pada bidang pertanian. Dalam permasalahan hama dan penyakit tanaman tomat teknologi yang dapat menjadi solusi yaitu sistem pakar. Sistem pakar adalah sebuah sistem yang terbentuk atas dasar ilmu para pakar yang dipadukan dalam sebuah komputer dengan tujuan untuk mempermudah pihak pengguna dalam mengatasi berbagai masalah terkait suatu ilmu [3]. Sistem pakar sudah banyak diteliti dan dikembangkan pada berbagai permasalahan untuk hama dan penyakit pada tanaman tomat [4]–[6]. Penelitian

sistem pakar terkait hama dan penyakit tanaman tomat yang telah dilakukan menggunakan data hama dan penyakit serta data gejala dengan jumlah dan jenis yang berbeda-beda : Penelitian dengan 5 data penyakit dan 9 data gejala [6], penelitian dengan 3 data penyakit dan 19 data gejala [4], kemudian penelitian menggunakan 13 data hama dan penyakit serta 34 data gejala [5].

Dalam sistem pakar komponen yang mempengaruhi hasil adalah basis pengetahuan. Basis pengetahuan berisi pengetahuan-pengetahuan yang dibutuhkan untuk memahami, memformulasikan dan menyelesaikan masalah. Dalam kasus hama dan penyakit tanaman tomat basis pengetahuan berupa data penyakit dan data gejala. Semakin lengkap basis pengetahuannya, maka solusi yang diberikan sistem pakar akan semakin baik. Penelitian ini menggunakan basis pengetahuan yang lebih banyak dibandingkan penelitian terdahulu yaitu 14 data hama dan penyakit serta 37 data gejala.

Perancangan sistem pakar hama dan penyakit tanaman tomat menggunakan metode *Certainty Factor*. *Certainty Factor* adalah metode yang digunakan untuk mengakomodasi ketidakpastian pemikiran seorang pakar untuk menggambarkan tingkat kepercayaan pakar terhadap suatu masalah. Hasil metode *Certainty Factor* berupa persentase, sehingga sesuai dengan hasil program yang dibutuhkan peneliti [7]. Kelebihan *Certainty Factor* yaitu dapat mengukur nilai kepercayaan dan ketidakpercayaan dalam pengambilan keputusan pada sistem pakar diagnosis penyakit [8]. Selain itu, metode *certainty factor* juga lebih baik daripada metode *reduce rule based* [9].

II. LANDASAN TEORI

A. Sistem Pakar

Sistem Pakar adalah suatu sistem yang mengadopsi pengetahuan pakar ke dalam komputer, supaya komputer dapat mengatasi suatu permasalahan layaknya seorang pakar. Sistem pakar dirancang dan diterapkan menggunakan bahasa pemrograman tertentu untuk menyelesaikan suatu masalah seperti yang dilakukan seorang pakar. Maka dari itu, sistem pakar diharapkan dapat membantu orang awam dalam mengatasi permasalahan tertentu tanpa bantuan langsung seorang pakar. Sedangkan menurut para ahli, sistem pakar digunakan sebagai asisten yang berpengalaman [10].

Pemrosesan pada sistem pakar adalah pemrosesan pengetahuan, pengetahuan yaitu pemahaman teoritis dan praktis pada suatu obyek [11].

B. Tanaman Tomat

Tanaman tomat merupakan tanaman hortikultura yang memiliki banyak manfaat bagi tubuh. Adapun kandungan yang terdapat pada tanaman tomat yaitu, mengandung banyak nutrisi seperti mineral, kalium, antioksidan, vitamin dan kandungan lainnya [12]. Tanaman tomat memiliki tinggi mencapai 2-3 meter yang terdiri dari biji, akar, batang, daun dan bunga. Tanaman tomat memiliki ciri batang berbentuk bulat dan berbulu halus di seluruh permukaannya. Batang tanaman muda bertekstur lunak, sedangkan batang yang sudah tua bertekstur keras. Memiliki daun hijau dan berbulu halus dengan panjang 20-

30 cm dan lebar 15-20 cm, kemudian tangkai daun bulat memanjang 7-10 cm dengan ketebalan 0,3-0,5 cm.

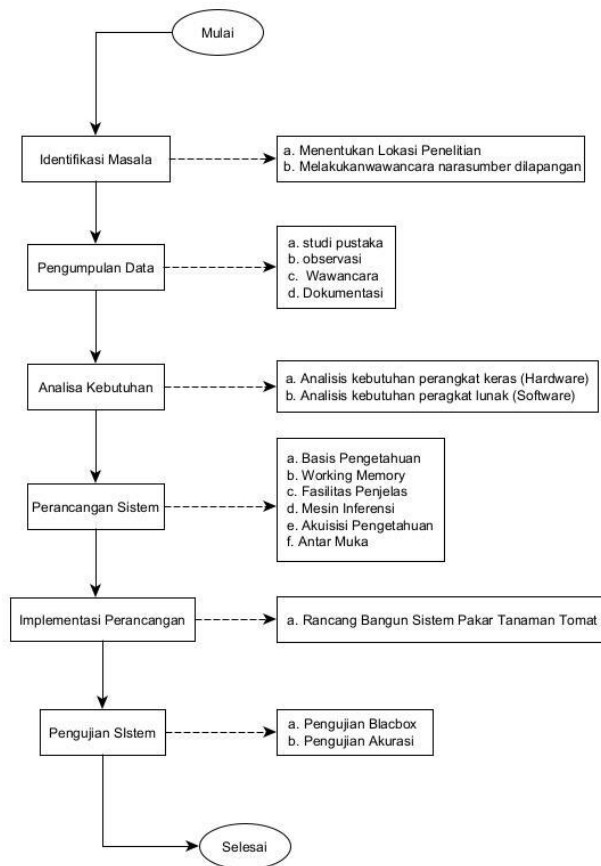
Akar tomat berbentuk serabut dan mampu menembus lapisan tanah pada kedalaman 30-70 cm. Bunga berwarna kuning, jumlah bunga juga tergantung pada varietas tomat, pada umumnya tomat perpohonnya 5-10 bunga. Kemudian, buah tanaman tomat berbentuk bulat, bulat pipih, bulat lonjong dan oval. Biji tanaman tomat berwarna putih, putih kecokelatan atau kekuningan, dengan bentuk pipih, tertutup daging buah dan berbulu [13].

C. Metode Certainty Factor

Pada tahun 1975, Shortliffe dan Buchan mengusulkan sebuah metode yang digunakan untuk mengakomodasi ketidakpastian pemikiran seorang pakar, metode tersebut adalah *certainty factor* (CF). *Certainty factor* menjadi sebuah metode yang dapat memberi gambaran mengenai keyakinan seorang pakar terhadap suatu masalah [14].

Menurut Allister, *certainty factor* merupakan sebuah metode untuk membuktikan pasti atau tidaknya suatu pendapat yang berbentuk metrik dan digunakan pada sistem pakar. Maka dari itu, *certainty factor* merupakan sebuah metode untuk menggambarkan dan membuktikan ketidakpastian penalaran seorang pakar. Dengan menggunakan *certainty factor*, akan didapatkan tingkat keyakinan seorang pakar terhadap suatu masalah [15].

III. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar. 1 Metodologi penelitian

Pada gambar 1 langkah penelitian dimulai dengan tahap mengidentifikasi masalah, kemudian pengumpulan data yang diperoleh dari pakar yaitu Dr.Ir. Fadjar Rianto, MS, sedangkan pengumpulan data kasus diperoleh dilapangan tepatnya pada pelaku tani tanaman tomat. Kemudian, melakukan analisis kebutuhan dan perancangan sistem serta melakukan implementasi sesuai perancangan.

Dalam perancangan sistem terdapat beberapa komponen sistem pakar, yaitu :

1) *Basis Pengetahuan (Knowledge Base)*: *Knowledge Base* berisi sebuah fakta yang mengandung pengetahuan, pemahaman, perumusan hingga penyelesaian masalah. Representasi basis pengetahuan tanaman tomat berdasarkan data yang diperoleh dari pakar berupa data hama dan penyakit tanaman tomat serta data gejala. Basis pengetahuan berguna sebagai dasar data bagi sistem untuk menyimpulkan suatu permasalahan

2) *Working Memory*: *Working memory* berfungsi sebagai tempat penyimpanan muatan parameter berupa tingkat kepercayaan. Dalam sistem pakar tanaman tomat, muatan parameter yang digunakan berdasarkan metode *certainty factor* yang berisi nilai kepercayaan (MB) dan nilai ketidakpercayaan (MD). Menghitung nilai *Certainty Factor* menggunakan nilai kepercayaan (MB) dan nilai ketidakpercayaan (MD). Nilai MB dan MD digunakan untuk menghitung nilai kepercayaan dari setiap gejala agar menghasilkan faktor kepercayaan (CF) dari sebuah diagnosa penyakit. Berikut perhitungan CF dari setiap gejala penyakit tanaman tomat:

$$CF[H,E] = MB[H,E] - MD[H,E] \dots(1)$$

Untuk nilai CF kombinasi digunakan rumus sebagai berikut :

$$CF(H)=CF(H)CF(R1) + CF(R2) + [CF(R1) * CF(R2)] \dots(2)$$

3) *Fasilitas Penjelas (Explanation Facility)*: Penyedia solusi yang dihasilkan kepada pengguna atau *user* [16]. Pada sistem pakar tanaman tomat, setiap data penyakit terdapat rekomendasi solusi yang diperoleh dari pakar.

4) *Mesin Inferensi (Inference Engine)*: Mesin inferensi merupakan struktur kontrol atau *rule* sebuah sistem pakar dan termasuk pengembangan dari sebuah basis pengetahuan. Setelah dilakukan pengembangan sistem, maka dilakukan pengujian untuk mengetahui sistem sudah dapat beroperasi secara fungsional atau tidak [17]. Pada kontrol inferensi sistem pakar tomat digunakan penalaran atau pelacakan ke depan (*Forward Chaining*). Pelacakan diawali dengan informasi masukan kemudian didapat sebuah kesimpulan yang disesuaikan fakta dengan aturan *if-then* [18].

5) *Akuisisi Pengetahuan (Knowledge Acquisition)*: Akuisisi pengetahuan berfungsi sebagai salah satu pengembangan basis pengetahuan, meliputi pengumpulan maupun perubahan pemecahan masalah dari seorang pakar. Adapun dalam sistem pakar tomat ini digunakan pohon keputusan untuk memudahkan dalam pengambilan

keputusan seperti pengambilan keputusan yang kompleks menjadi spesifik [19].

6) *Antar Muka (User Interface)*: Mekanisme dari sebuah sistem agar dapat menerima serta menyajikan informasi yang mudah dipahami pengguna sistem [16]. Maka, dalam sistem pakar tanaman tomat dirancang sebuah sistem dengan tampilan *form* konsultasi yang dapat diakses langsung oleh pengguna atau *user*.

IV. PEMBAHASAN

A. Basis Pengetahuan (Knowledge Base)

Basis pengetahuan pada tanaman tomat dirancang untuk menyimpan data hama dan penyakit serta data gejala. Basis pengetahuan sistem pakar diagnosa hama dan penyakit pada tanaman tomat dapat dilihat pada Tabel I dan Tabel II.

TABEL I
DATA HAMA DAN PENYAKIT

| Kode | Nama Hama dan Penyakit |
|------|---|
| P1 | Busuk (<i>Phytophthora infestans de Barry</i>) |
| P2 | Bercak (<i>Alternaria solani Sor.</i>) |
| P3 | Busuk Lunak Bakteri / Busuk Batang (<i>Erwinia carotovora</i> (L.R. Jones) <i>Hollander / Bacillus carotovora</i>) |
| P4 | Layu Bakteri (<i>Pseudomonas / Rolstonia Solanacearum</i> (E.F. Smith.) E.F. Sm) |
| P5 | Layu Fusarium (<i>Fusarium Oxysporum</i> (Schlecht.) f.sp. <i>lycopersici</i> (Sacc.) Snyder et Hans) |
| P6 | Kapang Daun (<i>Fulvia Fuva</i> (Cke.) Cif) |
| P7 | Cekik (<i>Phytium ultimu</i>) |
| P8 | Tomato Mozaik Virus (TMV) |
| p9 | Nematoda Akar (<i>Heterodera marioni/ Meloidogyne javanice</i>) |
| P10 | Penggerek Daun (<i>Liriomyza sativa</i> Blancard (Diptera : <i>Asgromyzidae</i>)) |
| P11 | Kepik Tomat (<i>Nesidiocoris</i> (Crytopeltis) <i>tenuis</i> (Hemiptera : <i>Miridae</i>)) |
| P12 | Lalat Buah (<i>Bactocera cucurbitae</i> (Coquillet) (Diptera : <i>Tephritidae</i>)) |
| P13 | Ulat Grayak (<i>Spodoptera liture F.</i>) |
| P14 | Ulat Tanah (<i>Agrotis ipsilon</i>) |

TABEL II
DATA GEJALA

| Kode | Nama Gejala |
|------|---|
| G1 | Terdapat warna kecoklatan atau keunguan pada daun, tangkai, buah dan batang |
| G2 | Tanaman mengeluarkan bau busuk |
| G3 | Muncul bercak hitam konsekrrik |

| Kode | Nama Gejala |
|------|---|
| G4 | Bercak kecil hingga bercak membesar muncul pada daun dan buah |
| G5 | Serangan terjadi pada daun atau buah yang masih muda |
| G6 | Terdapat bercak berair pada daun atau buah yang masih muda |
| G7 | Tanaman roboh |
| G8 | Beberapa daun layu secara mendadak |
| G9 | Layu pada cuaca panas di siang hari dan segar kembali di pagi dan sore hari |
| G10 | Tanaman perlahan layu hingga mengering |
| G11 | Pada batang terbentuk akar adventif |
| G12 | Tanaman layu |
| G13 | Pada batang terjadi pembentukan miselium / jamur berwarna putih |
| G14 | Daun menguning |
| G15 | Sisi atas daun terdapat bercak kuning |
| G16 | Sisi bawah tampak bercak ungu kehijauan |
| G17 | Daun mengering |
| G18 | Pangkal batang mengecil |
| G19 | Akar membusuk |
| G20 | Pangkal batang membusuk |
| G21 | Daun membentuk mosaik berwarna hijau muda dan hijau tua dengan bercak menguning |
| G22 | Daun muda berkerut dan keriting |
| G23 | Tanaman kerdil |
| G24 | Akar serabut tidak normal dan terdapat bulatan kecil seperti bisul berwarna putih |
| G25 | Daun tanaman terdapat bercak putih |
| G26 | Terdapat larva dibagian tepi daun |
| G27 | Ujung ranting terdapat tusukan berwarna coklat |
| G28 | Pucuk tanaman kering |
| G29 | Bunga layu dan menghitam |
| G30 | Buah busuk dan terdapat larva |
| G31 | Buah berlubang |
| G32 | Buah rontok |
| G33 | Terdapat bercak putih pada daun |
| G34 | Daun berlubang |
| G35 | Terdapat bekas gigitan dipermukaan daun |

| Kode | Nama Gejala |
|------|--|
| G36 | Pangkal batang terdapat bekas gigitan |
| G37 | Terdapat ulat menggulung disekitar tanaman |

B. Working Memory

Working memory berisi data diagnosa untuk menyimpan muatan parameter berupa nilai *certainty factor* yang berisi tingkat kepercayaan (*measure of increased belief* atau MB) dan tingkat ketidakpercayaan (*measure of increased disbelief* atau MD). Adapun nilai bobot CF dapat dilihat pada Tabel III dan data diagnosa sistem pakar tomat dapat dilihat pada Tabel IV.

TABEL III
BOBOT NILAI CF

| No | Keterangan | Nilai |
|----|---------------|-------|
| 1 | Sangat Yakin | 1 |
| 2 | Yakin | 0.8 |
| 3 | Cukup Yakin | 0.6 |
| 4 | Sedikit Yakin | 0.4 |
| 5 | Tidak Yakin | 0.2 |
| 6 | Tidak | 0 |

TABEL IV
DATA DIAGNOSA

| Kode Penyakit | Kode Gejala | Nilai | |
|---------------|-------------|-------|-----|
| | | MB | MD |
| P1 | G1 | 0.8 | 0 |
| | G2 | 0.4 | 0.2 |
| | G3 | 0.6 | 0.2 |
| P2 | G3 | 0.8 | 0.2 |
| | G4 | 0.6 | 0.2 |
| | G5 | 0.6 | 0.4 |
| P3 | G2 | 1 | 0.2 |
| | G6 | 0.4 | 0.6 |
| | G7 | 0.8 | 0.4 |
| P4 | G8 | 1 | 0.2 |
| | G9 | 0.8 | 0.4 |
| | G10 | 0.6 | 0.2 |
| | G11 | 0.6 | 0.4 |
| P5 | G11 | 0.6 | 0.2 |
| | G12 | 0.8 | 0.2 |
| | G13 | 1 | 0.2 |
| | G14 | 0.6 | 0.4 |
| P6 | G15 | 0.8 | 0.2 |
| | G16 | 0.8 | 0.2 |
| | G17 | 0.6 | 0.4 |
| P7 | G12 | 0.8 | 0.4 |
| | G18 | 0.8 | 0.6 |
| | G19 | 0.6 | 0.2 |
| | G20 | 0.8 | 0.2 |
| P8 | G21 | 1 | 0.2 |
| | G22 | 0.8 | 0.2 |
| | G23 | 0.6 | 0.4 |
| P9 | G7 | 0.4 | 0.6 |
| | G12 | 0.4 | 0.8 |
| | G23 | 1 | 0.2 |
| | G24 | 1 | 0.2 |
| P10 | G17 | 0.4 | 0.8 |
| | G25 | 1 | 0.2 |
| | G26 | 0.6 | 0.2 |
| P11 | G27 | 1 | 0.2 |

| Kode Penyakit | Kode Gejala | Nilai | |
|---------------|-------------|-------|-----|
| | | MB | MD |
| P12 | G28 | 0.6 | 0.4 |
| | G29 | 0.4 | 0.8 |
| | G30 | 1 | 0.2 |
| | G31 | 0.8 | 0.4 |
| P13 | G32 | 0.8 | 0.2 |
| | G31 | 0.8 | 0.4 |
| | G33 | 0.4 | 0.6 |
| P14 | G34 | 0.6 | 0.2 |
| | G35 | 0.4 | 0.6 |
| | G36 | 1 | 0.2 |
| | G37 | 1 | 0.2 |

C. Fasilitas Penjelasa (Explanation Facility)

Explanation facility berisi data solusi yang merupakan penyediaan solusi dari permasalahan tanaman tomat. Adapun data solusi didapat berdasarkan hasil analisa sesuai penyakit dari setiap gejala, seperti tabel berikut maka untuk hasil analisa dari gejala yang terdapat pada penyakit busuk terdapat solusi seperti pada Tabel V.

TABEL V
DATA SOLUSI

| Kode | Solusi |
|------|--|
| P1 | Tanaman tomat yang terserang penyakit busuk dapat ditanangani dengan melakukan rotasi tanaman dan penyemprotan fungisida seperti Difolatan (Kaptanol) dan pestisida yang mengandung Tomafol 80 WP (Kaptanol), Dithane M-45 (mancozeb) dengan kadar 0,25% - 0,3%. Penyemprotan dimulai setelah tanaman berumur 2 minggu dengan jangka waktu 2 minggu sekali juga dapat menggunakan Manzete-D (mancozeb) dan Daconil (Klorotalonil) 0,15% - 0,30%. |

D. Mesin Inferensi (Inference Engine)

Mesin inferensi berisi rule interpreter dari sebuah basis pengetahuan dan perancangan sistem. Adapun rules didapat berdasarkan pelacakan dan penalaran forward chaining menggunakan aturan if-then dapat dilihat pada tabel VI.

TABEL VI
RULES

| Kode | Rules |
|------|--|
| R1 | IF (terdapat bercak kecoklatan atau keunguan pada daun, tangkai, buah dan batang) AND (tanaman mengeluarkan bau busuk) and (muncul bercak hitam konsektrik) THEN (Penyakit Busuk (<i>Phytophthora infestans de Barry</i>)) |
| R2 | IF (muncul bercak hitam konsektrik) AND (bercak kecil hingga bercak membesar muncul pada daun dan buah) AND (serangan terjadi pada daun atau buah yang masih muda) THEN (Penyakit Bercak (<i>Alternaria solani Sor.</i>)) |
| R3 | IF (terdapat bercak berair pada daun segar atau pangkal batang) AND (tanaman mengeluarkan bau busuk) AND (tanaman roboh) THEN (Penyakit Busuk Lunak Bakteri / Busuk Batag (<i>Erwinia carotovora (L.R. Jones) Hollander / Bacillus carotovora</i>)) |
| R4 | IF (beberapa daun layu secara mendadak) AND |

| Kode | Rules |
|------|---|
| | (layu pada cuaca panas di siang hari dan segar kembali di pagi dan sore hari) AND (tanaman perlahan layu hingga mengering) AND (pada batang terbentuk akar adventif) THEN (Penyakit Layu Bakteri (<i>Pseudomonas / Rolstonia Solanacearum (E.F. Smith.) E.F. Sm</i>)) |
| R5 | IF (tanaman layu) AND (pada batang terjadi pembentukan miselium / jamur berwarna putih) AND (daun menguning) AND (pada batang terbentuk akar adventif) THEN (Penyakit Layu Fusarium (<i>Fusarium Oxysporum (Schlecht.) f.sp. lycopersici (Sacc.) Snyder et Hans</i>)) |
| R6 | IF (sisi atas daun terdapat bercak kuning) AND (sisi bawah daun tampak bercak ungu kehijauan) AND (daun mengering) THEN (Penyakit Kapang Daun (<i>Fulvia Fuva (Cke.) Cif</i>)) |
| R7 | IF (pangkal batang mengecil) AND (Akar membusuk) AND (Tanaman layu) AND (pangkal batang busuk) THEN (Penyakit Cekik (<i>Phytium ultimu</i>)) |
| R8 | IF (daun membentuk mosaik berwarna hijau muda dan hijau tua dengan bercak menguning) AND (daun muda berkerut dan keriting) AND (tanaman kerdil) THEN (Penyakit Tomato Mozaik Virus (TMV)) |
| R9 | IF (tanaman kerdil) AND (akar serabut tidak normal dan terdapat bulatan kecil seperti bisul berwarna putih) AND (tanaman layu) AND (tanaman roboh) THEN (Hama Hama Nematoda Akar (<i>Heterodera marionii/ Meloidogyne javanice</i>)) |
| R10 | IF (daun tanaman lebih kecil dan terdapat bercak putih) AND (daun mengering) AND (terdapat larva dibagian tepi daun) THEN (Hama Penggerek Daun (<i>Liriomyza sativa Blancard (Diptera : Aegromyzidae</i>))) |
| R11 | IF (ujung ranting terdapat tusukan melingkar berwarna coklat) AND (pucuk tanaman kering) AND (bunga layu dan menghitam) THEN (Hama Kepik Tomat (<i>Nesidiocoris (Cryptopeltis) tenuis (Hemiptera : Miridae</i>))) |
| R12 | IF (buah membusuk dan terdapat larva) AND (buah berlubang) AND (buah rontok) THEN (Hama Lalat Buah (<i>Bactocera cucurbitae (Coquillet) (Diptera : Tephritidae</i>))) |
| R13 | IF (buah berlubang) AND (terdapat bercak putih pada daun) AND (daun berlubang) THEN (Hama Ulat Grayak (<i>Spodoptera liture F.</i>)) |
| R14 | IF (terdapat bekas gigitan dipermukaan daun) AND (pangkal batang terdapat bekas gigitan) AND (terdapat ulat menggulung disekitar tanaman) THEN (Hama Ulat Tanah (<i>Agrotis ipsilon</i>)) |

E. Perhitungan Certainty Factor

1) Menghitung Nilai MB dan MD: Dalam perhitungan contoh nilai CF ini digunakan rules pertama dari 14 rules yang ada. Berikut perhitungan nilai MB dan MD dari setiap gejala pada rules 1:

$$CF [G1] = 0.8 - 0 = 0.8$$

$$CF [G2] = 0.4 - 0.2 = 0.2$$

$$CF [G3] = 0.6 - 0.2 = 0.4$$

2) Kemudian dilakukan perhitungan nilai cf kombinasi untuk mendapatkan faktor kepercayaan (CF) pada rules 1: Pada rules pertama terdapat tiga gejala, maka dibutuhkan perhitungan cf kombinasi untuk mengetahui persentase perhitungan penyakit yang dialami dari gejala yang ada. Berikut perhitungan cf kombinasi pada rules 1:

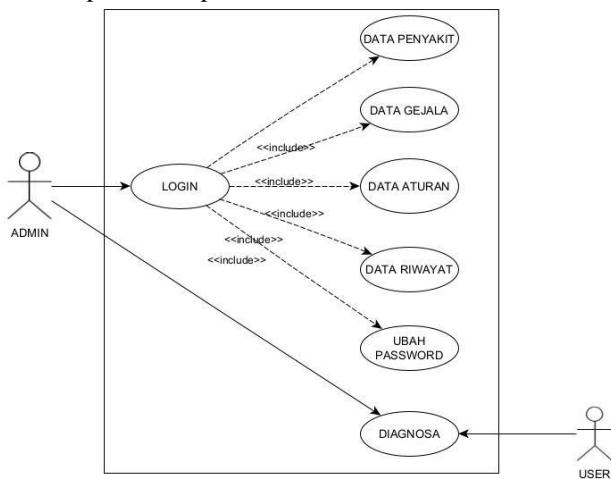
$$CF \text{ Combine } [G1,G2] = 0.8 + 0.2 * (1 - 0.8) = 0.84$$

$$CF \text{ Combine } [G3] = 0.84 + 0.4 * (1 - 0.84) = 0.904$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa rules 1 memiliki jenis penyakit Penyakit Busuk (*Phytophthora infestans de Barry*) atau P1.

F. Use Case Diagram

Use case diagram merupakan gambaran dari proses kerja sistem yang akan dirancang. Use case diagram pada sistem pakar diagnosa hama dan penyakit pada tanaman tomat dapat dilihat pada Gambar 2.



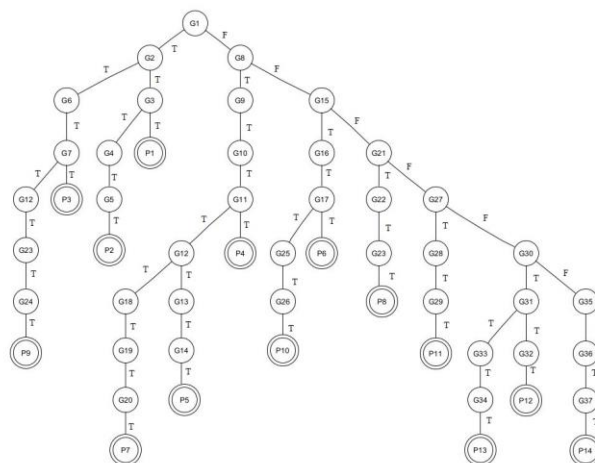
Gambar. 2 Use case diagram

G. Akuisisi Pengetahuan (Knowledge Acquisition)

Akuisisi pengetahuan merupakan pengembangan basis pengetahuan untuk pemecahan masalah dari pakar. Pada sistem pakar tanaman tomat menggunakan pohon keputusan untuk memudahkan dalam mengambil keputusan serta menginterpretasikan solusi dari sebuah permasalahan. Pohon keputusan sistem pakar tanaman tomat dapat dilihat pada Gambar 3.

H. Implementasi Sistem

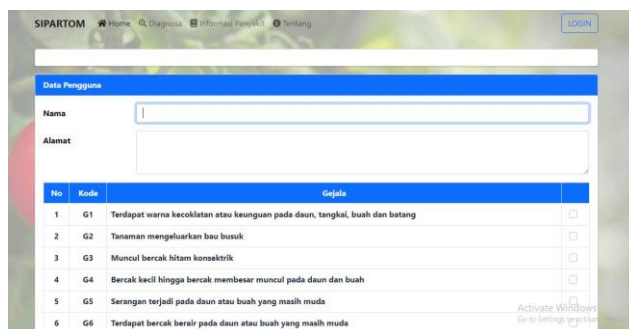
Implementasi sistem berisi tampilan antar muka (user interface) sebuah penerapan sistem yang telah dirancang berdasarkan basis pengetahuan dan mesin inferensi. Tampilan halaman home sistem pakar tanaman tomat dapat dilihat pada Gambar 4. Tampilan halaman diagnosa dapat dilihat pada Gambar 5. Kemudian, tampilan halaman hasil diagnosa dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar. 3 Pohon keputusan



Gambar. 4 Tampilan halaman home



Gambar. 5 Tampilan halaman diagnosa



Gambar. 6 Tampilan halaman hasil diagnosa

I. Pengujian Sistem

Pengujian sistem pada sistem pakar tanaman tomat menggunakan pengujian *black box* dan pengujian akurasi, sebagai berikut:

1) *Pengujian Blackbox*: Pengujian black box dilakukan untuk mengetahui input dan output dari sebuah sistem dapat beroperasi secara fungsional atau tidak. Data pengujian dapat dilihat pada Tabel VII

TABEL VII
PENGUJIAN SISTEM

| No | Pengujian Blackbox | Status |
|----|--------------------|--------|
| 1 | Login Admin | Valid |
| 2 | Data Penyakit | Valid |
| 3 | Data Gejala | Valid |
| 4 | Data Aturan | Valid |
| 5 | Data Riwayat | Valid |
| 6 | Ubah Password | Valid |
| 7 | Diagnosa | Valid |
| 8 | Hasil Diagnosa | Valid |
| 9 | Informasi Penyakit | Valid |
| 10 | Tentang | Valid |
| 11 | Logout | Valid |

2) *Pengujian Akurasi*: Pengujian akurasi digunakan untuk mengetahui kelayakan suatu sistem yang telah dirancang. Pengujian dilakukan dengan mendatangi pelaku tani tanaman tomat, kemudian dilakukan wawancara secara langsung kepada pihak pelaku tani tomat untuk mengumpulkan fakta-fakta berupa beberapa gejala terkait permasalahan tanaman tomat yang pernah terjadi. Selanjutnya, fakta-fakta di lapangan diserahkan kepada pakar dan dilakukan analisa untuk mengetahui permasalahan sebenarnya terjadi.

Selain itu, dilakukan analisa menggunakan sistem pakar tanaman tomat yang telah dirancang dan dilakukan perbandingan pada setiap kasus dari fakta yang ada. Jika *output* dari kasus berdasarkan fakta gejala pada sistem dan pakar memiliki hasil yang sama, maka hasil yang didapat benar. Namun, jika hasil sistem dan pakar berbeda hasil yang didapat salah.

Pada pengujian akurasi sistem pakar tanaman tomat digunakan 20 data kasus lapangan berupa fakta dari setiap gejala hama dan penyakit tanaman tomat seperti pada Tabel VIII.

TABEL VIII
PENGUJIAN AKURASI

| Diagnosa Ke- | Keakuratan |
|--------------|------------|
| 1 | Benar |
| 2 | Benar |
| 3 | Benar |
| 4 | Benar |

| Diagnosa Ke- | Keakuratan |
|--------------|------------|
| 5 | Benar |
| 6 | Salah |
| 7 | Benar |
| 8 | Benar |
| 9 | Benar |
| 10 | Benar |
| 11 | Benar |
| 12 | Salah |
| 13 | Benar |
| 14 | Benar |
| 15 | Benar |
| 16 | Benar |
| 17 | Benar |
| 18 | Benar |
| 19 | Benar |
| 20 | Benar |

Dari 20 data kasus tersebut, didapat 18 data kasus benar dan 2 data kasus salah. Adapun perhitungan akurasi menggunakan rumus sebagai berikut [20] :

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\text{jumlah diagnosa sesuai}}{\text{jumlah seluruh diagnosa}} \times 100\% \\
 &= \frac{18}{20} \times 100\% = 90\%
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, hasil akurasi sistem menggunakan 20 data kasus sebesar 90%.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, perancangan hingga implementasi diperoleh kesimpulan bahwa sistem pakar untuk Diagnosa Hama dan Penyakit pada Tanaman Tomat berhasil dikembangkan menggunakan bahasa pemograman PHP dan database MySQL dengan metode perhitungan *Certainty Factor*. Dalam *website* sistem pakar tanaman tomat ini, terdapat beberapa menu halaman serta informasi untuk pihak pengguna *website* dalam melakukan diagnosa tanpa melakukan login. Selain itu, terdapat informasi penyakit serta informasi pakar yang terlibat dalam perancangan sistem ini. Kemudian, pada sistem pakar tanaman tomat ini terdapat halaman dashboard agar mempermudah pakar dan administrator dalam mengelola data yang terdapat pada sistem.

Pada pengujian akurasi sistem pakar tanaman tomat digunakan 20 data kasus lapangan diperoleh hasil 18 data kasus benar dan 2 data kasus salah, sehingga tingkat akurasi dan nilai keberhasilan sistem sebesar 90%.

UCAPAN TERIMA KASI / ACKNOWLEDEGMENT

Kepada Bapak Dr. Ir. Fadjar Rianto, MS selaku pakar atau narasumber.

REFERENSI

- [1] Febryanto, "SKRIPSI PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum Esculentum mill*) DENGAN PEMBERIAN PUPUK PLANT CATALYST 2006 DAN PEMANGKASAN TUNAS AIR," *Skripsi*, pp. 1-77, 2020.
- [2] E. Halid, "PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN TOMAT (*Lycopersium esculentum Mill*) PADA PEMBERIAN BERBAGAI DOSIS BUBUK CANGKANG TELUR,"

- Agroplanta* *J. Ilm. Terap. Budid. dan Pengelolaan Tanam. Pertan. dan Perkeb.*, vol. 10, no. 1, pp. 59–66, 2021, doi: 10.51978/agro.v10i1.250.
- [3] J. Arifin, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Gigi dan Mulut Manusia Menggunakan Knowledge Base System dan Certainty Factor,” *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 10, no. 2, pp. 50–64, 2016.
- [4] D. Hendri *et al.*, “Diagnosa sistem penyakit mosaik virus pada tanaman tomat dengan menggunakan metode certainty factor,” no. April, 2020.
- [5] N. A. Mukhlisoh, N. S. Wibowo, and T. B. Irawan, “Penerapan Metode Forward Chaining Dalam Sistem Pakar Untuk Menentukan Diagnosa Hama Dan Penyakit Tanaman Tembakau,” *J. Ilm. Inov.*, vol. 15, no. 1, pp. 4–8, 2016, doi: 10.25047/jii.v15i1.49.
- [6] M. F. G. El Mirzaq and R. Halilintar, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Tomat Menggunakan Metode Certainty Factor,” in *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 2021, vol. 5, no. 2, pp. 230–235.
- [7] M. Arifin, S. Slamim, and W. E. Y. Retnani, “Penerapan Metode Certainty Factor Untuk Sistem Pakar Diagnosis Hama Dan Penyakit Pada Tanaman Tembakau,” *Berk. Sainstek*, vol. 5, no. 1, p. 21, 2017, doi: 10.19184/bst.v5i1.5370.
- [8] K. E. Setyaputri, A. Fadlil, and S. Sunardi, “Analisis Metode Certainty Factor pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit THT,” *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 30–35, 2018, doi: 10.15294/jte.v10i1.14031.
- [9] M. W. Pangestika, A. C. Siregar, F. Teknik, P. Studi, and T. Informatika, “Reduced rule base pada sistem pakar untuk diagnosa penyakit balita gizi buruk di kalimantan barat,” vol. 3, no. 01, pp. 36–48, 2020.
- [10] Z. A. Faisal and F. T. Industri, “Sistem pakar diagnosa penyakit ayam petelur menggunakan metode case based reasoning berbasis web,” vol. 3, no. 2, pp. 126–132, 2019.
- [11] S. Alim, P. P. Lestari, and R. Rusliyawati, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kakao Menggunakan Metode Certainty Factor Pada Kelompok Tani Pt Olam Indonesia (Cocoa) Cabang Lampung,” *J. Data Min. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, p. 26, 2020, doi: 10.33365/jdmsi.v1i1.798.
- [12] S. Mubarak, A. Nuraini, Sudarjat, E. Suminar, and M. A. H. Qonit, “Pengenalan Budidaya Tanaman Tomat Melalui Metode Hidroponik Di Desa Parentas Kecamatan Cigalontang Kabupaten Tasikmalaya,” *J. Pengabd. Nasant.*, vol. 3, no. 2, pp. 358–364, 2020.
- [13] B. T. W. Wiryanta, “Kiat Mengatasi Permasalahan Praktis Bertanam Tomat,” *Agromedia Pustaka. Jakarta*, 2002.
- [14] A. H. Aji, M. T. Furqon, and A. W. Widodo, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ibu Hamil Menggunakan Metode Certainty Factor (CF),” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 5, pp. 2127–2134, 2018, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/1556>.
- [15] H. Mulyono, R. A. Darman, and G. Ramadhan, “Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Pada Laptop Menggunakan Metode Certainty Factor,” *JUPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.)*, vol. 5, no. 2, p. 98, 2020, doi: 10.29100/jupi.v5i2.1708.
- [16] A. M. M. Bosker Sinaga, P.M Hasugian, “Sistem Pakar Mendiagnosa Kerusakan Smartphone Android Menggunakan Metode Certainty Factor,” *J. Inform. Pelita Nasant.*, vol. 3, no. 1, pp. 56–62, 2018.
- [17] R. L. Atimi and S. Sartika, “Implementasi Forward Chaining Method untuk Analisis Klasifikasi Mineralogi Batuan Beku,” *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelit. Inform.)*, vol. 8, no. 1, pp. 80–86.
- [18] C. R. Pasalli, V. Poekoel, and X. Najoa, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Anak Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Mobile,” *J. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 1, 2016, doi: 10.35793/jti.7.1.2016.12828.
- [19] P. Bimo, N. Setio, D. Retno, S. Saputro, and B. Winarno, “Klasifikasi dengan Pohon Keputusan Berbasis Algoritme,” vol. 3, pp. 64–71, 2020.
- [20] F. Dwiramadhan, M. I. Wahyuddin, and D. Hidayatullah, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit Kucing Menggunakan Metode Naive Bayes Berbasis Web,” *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 6, no. 3, pp. 429–437, 2022, doi: 10.35870/jtik.v6i3.466.