

## SISTEM PAKAR DIAGNOSA HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN HOLTIKULTURA

Imelda Sri Dumayanti

Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer,  
Universitas Methodist Indonesia

imeldasridumayanti.sinaga@gmail.com

### ABSTRACT

Consultation with someone who has expertise in a particular field in solving a problem is the right choice to get the best answers, suggestions, solutions, decisions or conclusions. Technological developments have an influence on developments in various sectors and technological advances have a lot of influence in the work process in agriculture, where a lot of agricultural equipment is developed so that the agricultural work process can be completed properly and provide better results in terms of quality and quantity. One technology that is widely developed is a technique that is able to adopt human thinking processes and ways, namely artificial intelligence technology (artificial intelligence). An expert system is one part of artificial intelligence that contains knowledge and experience that is entered by one or many experts into one knowledge. so that farmers can use the system to determine the right solution to the existing problems.

**Keywords:** *Expert System, Onion Plants, Chili, Certainty Factor, PHP*

### I. PENDAHULUAN

Tanaman Cabai (*Capsicum annum L.*) merupakan tumbuhan perdu yang mempunyai rasa pedas, yang disebabkan kandungan capsaicin. Tanaman Cabai merupakan tanaman semusim, mempunyai adaptasi yang luas, serta dibutuhkan hampir tiap hari. Cabai merupakan salah satu komoditi agrobisnis pertanian atau perkebunan di Indonesia yang banyak diminati oleh para petani, hal ini disebabkan cabai memiliki nilai ekonomis tinggi yang banyak digunakan baik untuk konsumsi rumah tangga maupun untuk keperluan industri makanan. Makanan di Indonesia pada umumnya banyak menggunakan cabai, sehingga cabai menjadi komoditi yang sangat menjanjikan bagi petani.

Dalam lingkungan pertanian, hama penyakit merupakan masalah utama bagi para petani. Begitu pula pada tanaman Cabai dan Bawang. Hama penyakit yang menyerang tanaman Cabai dan Bawang ini sangat bervariasi sehingga sangat dibutuhkan seorang konsultan pertanian yang mampu mendiagnosa hama penyakit tanaman Cabai dan Bawang. Akan tetapi waktu dan biaya menjadi alasan bagi para petani Cabai dan Bawang untuk tidak konsultasi pada pakarnya sehingga terjadi kesalahan dalam memberikan solusi terhadap tanaman yang terserang hama.

### II. TINJAUAN LITERATUR

*Certainty Factor* adalah suatu metode untuk membuktikan apakah suatu fakta itu pasti ataukah tidak pasti yang berbentuk metric yang biasanya digunakan dalam sistem pakar. Metode ini sangat cocok untuk sistem pakar yang mendiagnosis sesuatu yang belum pasti. Faktor kepastian (*certainty factor*) diperkenalkan oleh *Shortlife Buchanan* dalam Pembuatan MYCIN. *Certainty Factor* (CF) merupakan nilai parameter klinis yang diberikan MYCIN untuk menunjukkan besarnya kepercayaan. Tahapan dalam merepresentasikan data kualitatif:

1. Kemampuan untuk mengekspresikan derajat keyakinan sesuai dengan metode yang sudah dibahas sebelumnya.
2. Kemampuan untuk menempatkan dan mengkombinasikan derajat keyakinan tersebut dalam sistem pakar. Dalam mengekspresikan derajat keyakinan digunakan suatu nilai yang disebut *Certainty Factor* (CF) untuk mengasumsikan derajat keyakinan seorang pakar terhadap suatu data. (Sihotang, 2014).

Tahapan dalam merepresentasikan data kualitatif:

1. Kemampuan untuk mengekspresikan derajat keyakinan sesuai dengan metode yang sudah dibahas sebelumnya.
2. Kemampuan untuk menempatkan dan mengkombinasikan derajat keyakinan tersebut dalam sistem pakar. Dalam mengekspresikan derajat keyakinan digunakan suatu nilai yang disebut *Certainty Factor* (CF) untuk mengasumsikan derajat keyakinan seorang pakar terhadap suatu data.

Metode *certainty factor* yang akan diterapkan dalam pembuatan sistem pakar ini adalah metode dengan rumus *certainty factor* sebagai berikut :

$CF[H,E] = MB[H,E] - MD[H,E]$  Keterangan :

$CF(H,E) = certainty\ factor\ hipotesa$  yang dipengaruhi oleh evidence e diketahui dengan pasti

$MB(H,E) = measure\ of\ belief$  terhadap hipotesa H, jika diberikan evidence E (antara 0 dan 1)

$MD(H,E) = measure\ of\ disbelief$  terhadap hipotesa H, jika diberikan evidence E (antara 0 dan 1)

#### a. Dengan Basis Pengetahuan

Ada 2 cara untuk mendapatkan nilai faktor Kepastian atau CF yaitu:

##### Metode *Net Belief*

$CF(H,E) = MB(H,E) - MD(H,E)$

Keterangan :

CF(H,E) : *Certainty Factor* (Faktor Kepastian) dari hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala (*evidence*)

E Besarnya CF berkisar antara -1 sampai 1. Nilai -1 menunjukkan ketidakpercayaan mutlak sedangkan nilai 1 menunjukkan kepercayaan mutlak.

MB(H,E) : Ukuran kenaikan kepercayaan (*Measure of Belief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E.

MD(H,E) : Ukuran kenaikan ketidakpercayaan (*Measure of Disbelief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E. Perhitungan CF dikerjakan dengan ketentuan berikut.

$$MB = MB \text{ Lama} + (MB \text{ Baru} * (1 - MB \text{ Lama})) \quad (1)$$

$$MD = MD \text{ Lama} + (MD \text{ Baru} * (1 - MD \text{ Lama})) \quad (2)$$

$$CF(H,E) = MB(H,E) - MD(H,E) \quad (3)$$

Keterangan:

Perasamaan satu mencari nilai MB akan digunakan secara terus menerus jika gejala yang ada lebih dari 2, dengan menjumlahkan dari gejala 1 dan 2, hasilnya akan dipakai untuk gejala 3, dan seterusnya. Sama juga untuk persamaan 2 mencari nilai MD rule nya sama seperti mencari nilai MB.

CF(H,E) : *Certainty Factor* (Faktor Kepastian) dari hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala (*evidence*) E. Besarnya CF berkisar antara -1 sampai 1. Nilai -1 menunjukkan ketidakpercayaan mutlak sedangkan nilai 1 menunjukkan kepercayaan mutlak.

MB(H,E) : Ukuran kenaikan kepercayaan (*Measure of Belief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E.

MD(H,E) : Ukuran kenaikan ketidakpercayaan (*Measure of Disbelief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E.

**b. Dengan Cara Mewancarai Seorang Pakar**

Nilai CF didapatkan dari interpretasi seorang pakar yang kemudian dirubah/dikonversi menjadi nilai CF dengan ketentuan pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai evidence tingkat keyakinan pakar

<i>Uncertainty term</i>	CF
Pasti tidak	-1
Hampir pasti tidak	-0,8
Kemungkinan besar tidak	-0,6
Mungkin tidak	-0,4
Tidak tahu	-0,2 sampai 0,2
Mungkin	0,4
Kemungkinan besar	0,6

Perhitungan *certainty factor* secara umum mempresentasikan *rule* dalam bentuk sebagai berikut:

IF E1 AND E2 ..... AND En

THEN H (CF Rule)

Atau

IF E1 AND E2 ..... OR En

THEN H (CF Rule)

Dimana :

E1 ... E2 : Fakta-fakta (*Evidence*) yang ada

H : Hipotesis atau konklusi yang dihasilkan

CF Rule : Tingkat keyakinan terjadinya hipotesis H akibat adanya fakta-fakta E<sub>1</sub> ... E<sub>n</sub>

Rule dengan *evidence* E tunggal dan Hipotesis H Tunggal (*Certainty Factor Sequensial*)

IF E THEN H (CF Rule)

$$CF(H, E) = CF(E) \times CF(Rule)$$

Rule dengan *evidence* E ganda dan Hipotesis H Tunggal (*Certainty Factor Paralel*)

IF E1 AND E2 ..... AND En THEN H (CF Rule)

$$CF(H,E) = \min[CF(E1), CF(E2), \dots, CF(En)] \times CF(Rule)$$

IF E1 OR E2 ..... OR En THEN H (CF Rule)

$$CF(H,E) = \max[CF(E1), CF(E2), \dots, CF(En)] \times CF(Rule)$$

Kombinasi dua buah *rule* dengan *evidence* berbeda (E1 dan E2), tetapi hipotesis sama

IF E1 THEN H Rule 1 CF(H, E1) = CF1 = C(E1) x CF(Rule1) IF E2 THEN H

Rule 2 CF(H, E2) = CF2 = C(E2) x CF(Rule2)

CF(CF1,CF2):

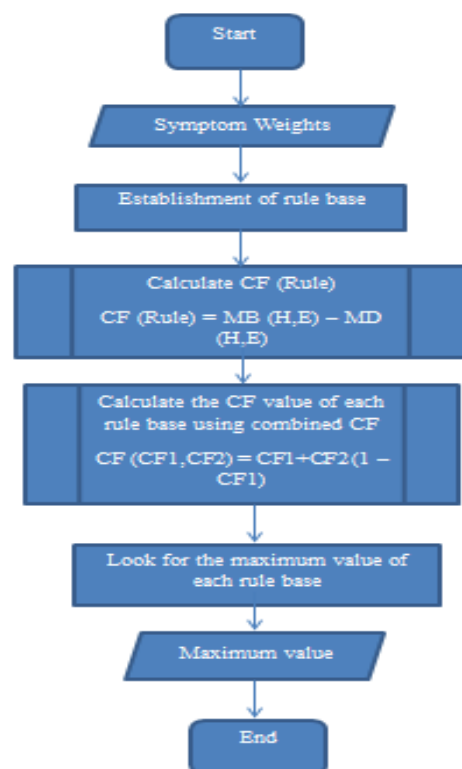
$$CF1 + CF2 (1 - CF1) \quad \text{jika } CF1 > 0 \text{ dan } CF2 > 0 \text{ (} CF1 + CF2 \text{) /}$$

$$1 - (\min[|CF1|, |CF2|]) \quad \text{jika } CF1 < 0 \text{ atau } CF2 < 0$$

$$CF1 + CF2 (1 + CF1) \quad \text{jika } CF1 < 0 \text{ dan } CF2 < 0$$

**2.1 Flowchart**

Flowchart dari *Certainty Factor* dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 1. Flowchart

### III. PEMBAHASAN

Sistem yang akan dibangun memanfaatkan sistem pakar dengan metode certainty factor untuk mendapatkan suatu kesimpulan hama dan penyakit yang diderita tanaman serta pencegahannya. Sistem pakar yang akan dibangun layaknya seorang pakar dalam mendapatkan kesimpulan dari permasalahan-permasalahan (gejala) yang ada dengan keahlian pakar masing-masing. Sebelum sistem pakar ini dijalankan terdapat beberapa data yang dijadikan sebagai basis pengetahuan yaitu: data gejala, data penyakit, dan data nilai kemungkinan. Semua basis pengetahuan digunakan untuk memberikan kesimpulan diagnosa dari penyakit dan hama tanaman bawang dan cabai.

#### Representasi Pengetahuan

Tabel gejala-gejala yang terdapat pada Cabai, dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Tabel Gejala-Gejala Pada Cabai

id_	kode	nama gejala
1	G01	Daun Menguning
2	G02	Warna jaringan akar coklat
3	G03	Warna jaringan batang coklat
4	G04	Akar membusuk
5	G05	Buah kecil
6	G06	Buah gugur
7	G07	Daun layu
8	G08	Jaringan sekunder bawang batang kecoklatan
9	G09	Akar menjadi kecoklatan
10	G10	Warna buah kekuningan
11	G11	Buah membusuk
12	G12	Terdapat bercak bulat dan kering pada daun
13	G13	Bercak pada daun berwarna pucat sampai putih
14	G14	Bercak pada daun menyerupai mata kodok
15	G15	Terdapat bercak pada batang
16	G16	Bercak kecil coklat kehitaman pada buah
17	G17	Buah keriput
18	G18	Warna kulit buah seperti jerami padi
19	G19	Terdapat bercak kecil kebasah-basahan pada
20	G20	Buah mengering
21	G21	Biji yang terserang menjadi coklat
22	G22	Biji yang terserang menjadi keriput
23	G23	Daun melengkung ke bawah
24	G24	Daun berwarna hijau pekat
25	G25	Permukaan daun tidak rata
26	G26	Daun terkesan regas seperti kerupuk
27	G27	Daun mati
28	G28	Bunga dan Bakal buah berguguran
29	G29	Warna daun belang
30	G30	Daun cekung
31	G31	Daun mengeriting
32	G32	Daun memanjang

33	G33	Kebingungan mendadak
34	G34	Pertumbuhan tanaman terhambat
35	G35	Helai daun mengalami "vein clearing"
36	G36	Pucuk daun berwarna kuning jelas
37	G37	Tulang daun menebal
38	G38	Daun menggulung keatas
39	G39	Daun menyusut
40	G40	Warna daun berubah menjadi warna Tembaga / kecoklatan
41	G41	Daun terpuntir
42	G42	Tunas dan bunga gugur
43	G43	Permukaan bawah daun berwarna keperak -
44	G44	Bercak daun berwarna putih
45	G45	Daun mengering
46	G46	Daun keriput
47	G47	Daun timbul benjolan seperti tumor
48	G48	Pucuk tanaman mati
49	G49	Tanaman menjadi keriput
50	G50	Warna daun
51	G51	Sel-sel dan jaringan daun rusak
52	G52	Bercak nekrotik pada daun
53	G53	Daun transparan
54	G54	Timbul lubang yang tidak beraturan pada buah
55	G55	Daun rusak
56	G56	Tanaman gundul
57	G57	Buah berlubang
58	G58	Terdapat titik coklat kehitaman pada pangkal
59	G59	Pangkal buah berlubang
60	G60	Buah jatuh ke tanah

Tabel gejala-gejala yang terdapat pada tanaman bawang, dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Tabel Gejala-Gejala Pada Tanaman Bawang

id_gejala	kode	nama gejala
61	G61	Pangkal batang menunjukkan bekas
62	G62	Pangkal batang terpotong – potong
63	G63	Batang rebah
64	G64	Batang rusak dan berceceran
65	G65	Daun bernoda putih mengkilat seperti perak
66	G66	Seluruh daun berwarna putih jika sudah parah
67	G67	Umbi berukuran kecil
68	G68	Terdapat bintik-bintik putih pada daun
69	G69	Daun penuh dengan korokan
70	G70	Daun menjadi kering dan warna
72	G72	Bercak daun berwarna putih atau kelabu
73	G73	Bercak daun memebentuk zona
74	G74	Ujung daun kering
75	G75	Umbi membusuk
76	G76	Jaringan umbi mengering
77	G77	Ujung daun terdapat bercak hijau pucat

78	G78	Terdapat miselium dan spora pada bercak daun
79	G79	Tanaman kerdil
80	G80	Umbi berkerut
81	G81	Umbi berwarna kecoklatan
82	G82	Bagian umbi dalam tampak kering dan pucat
83	G83	Bercak daun bulat dan memanjang
84	G84	Bercak daun berwarna coklat dengan tepi menguning
85	G85	Jumlah bercak terbanyak pada ujung daun
86	G86	Jaringan pada bercak daun mati
87	G87	Bercak daun berwarna putih
88	G88	Bercak daun melebar dan menjadi putih kehijauan
89	G89	Tanaman mati mendadak
90	G90	Daun bawah rebah
91	G91	Pangkal daun mengecil
92	G92	Daun terpelintir
93	G93	Daun menguning
94	G94	Daun terkulai/layu
95	G95	Dasar umbi terdapat cendawan keputih-putihan
96	G96	Pangkal umbi berair
97	G97	Ujung daun busuk kebasah-basahan
98	G98	Ujung daun berwarna coklat
99	G99	Ujung daun mati
100	G100	Lapisan umbi terdapat bercak merah keunguan
101	G101	Lapisan umbi tampak basah
102	G102	Lapisan umbi terpisah-pisah
103	G103	Umbi berair
104	G104	Tanaman menimbulkan bau busuk yang menyengat
105	G105	Bentuk daun lebih kecil
106	G106	Warna daun belang hijau pucat sampai kekuningan
107	G107	Daun berpilin
108	G108	Terdapat puru berbentuk bulat pada akar
109	G109	Akar lebih pendek
110	G110	Rambut akar sedikit
111	G111	Tanaman lebih kaku
112	G112	Tanaman lebih kerdil
113	G113	Tanaman menguning
114	G114	Rambut akar sedikit
115	G115	Akar lebih sedikit
116	G116	Daun menebal

Tabel untuk penyakit dan hama pada tanaman bawang dan cabai yang akan dipakai pada sistem ini, tabel hama dan penyakit tanaman bawang dan cabai disatukan menjadi satu tabel, ditunjukkan oleh Tabel 4

Tabel 4 Tabel Hama Penyakit Pada Tanaman Bawang dan Cabai

id_ penyakit	kode	nama penyakit
1	P01	Penyakit Layu Fusarium ( <i>Fusarium oxysporum f. sp. Melongenae Schlecht</i> )
2	P02	Layu Bakteri ( <i>Ralstonia (Pseudomonas solanacearum E.F.Sm)</i> )
3	P03	Bercak Daun <i>Cercospora (Cercospora capsici Heald et Wolf)</i>
4	P04	Antraknosa/Penyakit Patek ( <i>Colletotrichum capsici (Syd.) Bult. Et. Bisby</i> )
5	P05	Busuk Buah ( <i>Fruit rot</i> )
6	P06	Virus Kerupuk
7	P07	Virus Mosaik
8	P08	Virus kuning
9	P09	Tungau Kuning ( <i>Polyphagotarsonemus latus Banks</i> )
10	P10	Trips ( <i>Thrips parvispinus Karny</i> )
11	P11	Kutu Daun Persik ( <i>Myzus persicae Sulz.</i> )
12	P12	Kutu Kebul ( <i>Bemisia tabaci</i> )
13	P13	Ulat Grayak ( <i>Spodoptera litura F.</i> )
14	P14	Ulat Buah ( <i>Helicoverpa armigera Hubner</i> )
15	P15	Lalat Buah ( <i>Bactrocera sp</i> )
16	P16	Penyakit Trotol, Bercak Ungu ( <i>Purple blotch</i> )
17	P17	Penyakit Embun Buluk/Tepung Palsu ( <i>Downy mildew</i> )
18	P18	Penyakit Bercak daun <i>Cercospora (Cercospora leaf Spot)</i>
19	P19	Penyakit otomatis, Antraknose ( <i>Antrachnose</i> )
20	P20	Penyakit Moler atau Layu Fusarium ( <i>Fusarium Basal Plate Rot</i> )
21	P21	Mati pucuk
22	P22	Virus Kerdil Kuning, Virus Mosaik ( <i>Onion Yellow Dwarf Virus</i> )
23	P23	Penyakit Buluk Penicilium ( <i>Blue Mold</i> )
24	P24	Penyakit Nematoda Buncak Akar ( <i>Root Knot Nematode</i> )
25	P25	Ulat Bawang ( <i>Onion caterpillar, Beet armyworm</i> )
26	P26	Hama Putih atau Trips ( <i>Thrips</i> )
27	P27	Ulat Tanah ( <i>Cut Worm</i> )
28	P28	Lalat Pengorok Daun ( <i>Liriomyza chinensis</i> )

Perhitungan pada Metode *Certainty Factor* Tabel 5.

Tabel 5 Contoh Perhitungan Nilai CF

No	Nama Penyakit	Gejala	MB	MD
1	Busuk Buah	Pangkal batang digigit ulat	0.8	0.01
		Pangkal batang terpotong	0.9	0.01
		Batang rebah	0.8	0.01
		Batang rusak	0.8	0.01

Rumus menggunakan metode *certainty factor* sama seperti di bab 2 yang sudah dijelaskan, sebagai berikut  
 $CF = MB - MD$   
 $MB = MB \text{ Lama} + (MB \text{ Baru} * (1 - MB \text{ Lama}))$   
 $MD = MD \text{ Lama} + (MD \text{ Baru} * (1 - MD \text{ Lama}))$   
 $MB = (0.8 + (0.9 * (1 - 0.8))) = 0.98$  (untuk gejala 1 & 2)

Nilai MB sementara akan dipakai untuk dijumlahkan dengan gejala 3  
 $MB = (0.98 + (0.8 * (1 - 0.98))) = 0.996$   
 Nilai MB sementara yang didapatkan akan dipakai untuk gejala 4  
 $MB = (0.996 + (0.8 * (1 - 0.996))) = 0.9992$  (Nilai MB telah didapatkan) Selanjutnya untuk MD sama perhitungannya seperti mencari nilai MB diatas  
 $MD = (0.01 + (0.01 * (1 - 0.01))) = 0.0199$  (untuk gejala 1 & 2) Nilai MD sementara akan dipakai untuk dijumlahkan untuk gejala 3  
 $MD = (0.0199 + (0.01 * (1 - 0.0199))) = 0.029701$   
 Nilai MD sementara yang didapatkan akan dipakai untuk gejala 4  
 $MD = (0.029701 + (0.01 * (1 - 0.029701))) = 0.03940399$   
 (Nilai MD telah didapatkan)  $CF = MB - MD$   
 $= 0.9992 - 0.03940399$   
 $= 0.959796 * 100\%$   
 $= 95,97\%$  (Nilai CF)

Tabel Pengetahuan nilai kepastian merupakan tabel yang berisikan nilai kepastian dari ahli (pakar) untuk setiap penyakit dan hama tanaman bawang ditunjukkan oleh Tabel 6.

Tabel 6. Pengetahuan Nilai Kepastian (*Certainty Factor*) Untuk Hama Penyakit Tanaman Bawang dan Cabai

id_ pengetahuan	id_ penyakit	id_ gejala	mb	md
1	1	2	0.9	0.02
2	1	4	0.8	0.1
3	2	9	0.9	0.01
4	24	114	0.8	0.01
5	24	115	0.9	0.02
6	1	3	0.8	0.01
7	2	8	0.9	0.01
8	3	12	0.9	0.02
9	25	61	0.8	0.01
10	25	62	0.9	0.01
11	25	63	0.8	0.01
12	25	64	0.8	0.01
13	27	61	0.8	0.02
14	27	63	0.9	0.01
15	27	64	0.9	0.02
16	19	89	0.8	0.01
17	23	104	0.8	0.02
18	24	113	0.9	0.01
19	24	112	0.9	0.02
20	24	111	0.8	0.01

21	10	48	0.8	0.02
22	11	49	0.9	0.01
23	11	12	0.9	0.02
24	7	34	0.8	0.01
25	1	5	0.8	0.02
26	1	6	0.9	0.01
27	2	10	0.9	0.02
28	2	11	0.8	0.01
29	4	16	0.8	0.02
30	5	19	0.9	0.01
31	5	20	0.9	0.02
32	5	17	0.8	0.01
33	5	21	0.8	0.02
34	13	57	0.9	0.01
35	6	28	0.9	0.02
36	13	53	0.8	0.01
37	9	31	0.8	0.02

Tabel solusi penyakit, berisi idpenyakit dan id, kode dari solusi, ditunjukkan pada Tabel 7

Tabel 7 Tabel Solusi Penyakit

Kode	Idpenyakit	idsolusi
1	1	S01
2	2	S02
3	3	S03
4	4	S04
5	5	S05
6	6	S06
7	7	S07
8	8	S08
9	9	S09
10	10	S10
11	11	S11
12	12	S12
13	13	S13
14	14	S14
15	15	S15
16	16	S16
17	17	S17
18	18	S18
19	19	S19
20	20	S20
21	21	S21
22	22	S22
23	23	S23
24	24	S24
25	25	S25
26	26	S26
27	27	S27
28	28	S28

Tabel solusi berisi informasi solusi untuk hama dan penyakit tanaman bawang dan cabai, di tunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Tabel Solusi

Kode	Solusi
1	Sanitasi dengan mencabut dan memusnahkan tanaman terserang, Dianjurkan memanfaatkan agen antagonis <i>Trichoderma</i> spp. dan <i>Gliocladium</i> spp. serta perpenggunaan Fungisida
2	Dianjurkan memanfaatkan agen antagonis <i>Trichoderma</i> spp. dan <i>Gliocladium</i> spp. yang diaplikasikan bersamaan dengan pemupukan dasar. Dan penggunaan bakterisida sesuai anjuran sebagai alternatif terakhir
3	Melakukan penyemprotan fungisida Antracol, Starmil atau score. Perlakuan benih sebelum tanam, perbaikan drainase
4	Pengendalian dengan penyemprotan fungisida
5	Penggunaan benih unggul yang tahan terhadap bakteri Penyemprotan bakterisida dengan dosis dan cara yang tepat Penyemprotan Fungisida antracol,cozeb,Bion-M.
6	Mengendalikan serangga vektor, misalnya dengan aseptat atau imidakloprit 2x (saat tanam dan 45 hari setelah tanam). Menanam bunga matahari atau jarak kepyar sebagai pagar pembatas disekitar bedengan untuk mencegah <i>B. tabaci</i>
7	Mengganti tanaman yang terinfeksi dan penyemprotan insektisida secara rutin
8	Penanggulangannya dengan cara memilih bibit unggul yang tahan terhadap virus gemini, dan membasmi vektornya/penularnya yakni kutu kebul dan kutu daun
9	Penyemprotan rutin dengan racun tungau (Akarisida) misalnya Agrimec, Demolish, Pegasus, Bamex, Omite,Mitac
10	Penyemprotan rutin dengan insektisida Agremic, Demolish, Pegasus, Bamex,Oxmite, Mitac atau Samite
11	Pengendalian dengan disemprot insektisida berbahan aktif abamektin, fipronil atau diafenthurion
12	Pemanfaatan musuh alami, seperti predator, parasitoid, dan patogen serangga.
	Sanitasida lingkungan, Penggunaan pestisida selektif sebagai alternatif terakhir antara lain Permethrin,Amitraz,Fenoxycarb,Imidacloprid,Bifenthrin,Deltamethrin, Buprofezin, Endosulphan dan aseptat.
13	Semprot dengan Curacron, Regent, Prevathon atau <del>Matador</del>
14	Menyemprotkan agen hayati sebagai pengendalian biologis seperti <i>Bacillus thuringiensis</i> . Pengendalian kimia dengan penyemprotan bahan aktif klorpirifos,permetrin,karbaril.
15	Pengendalian dengan membuat perangkap lalat buah atau disemprot insektisida Curacron, Regent,Santoat atau Matador.
16	Melakukan penyemprotan fungisida kontak berbahan aktif macozeb selama 3 hari berturut-turut serta gunakan fungisida sistemik berbahan aktif dimetomorf
17	Menggunakan fungisida sistemik berbahan aktif difekonazol dan fungisida translaminar seperti triviva yang mampu menembus daun dan mencapai bagian bawah permukaan daun.

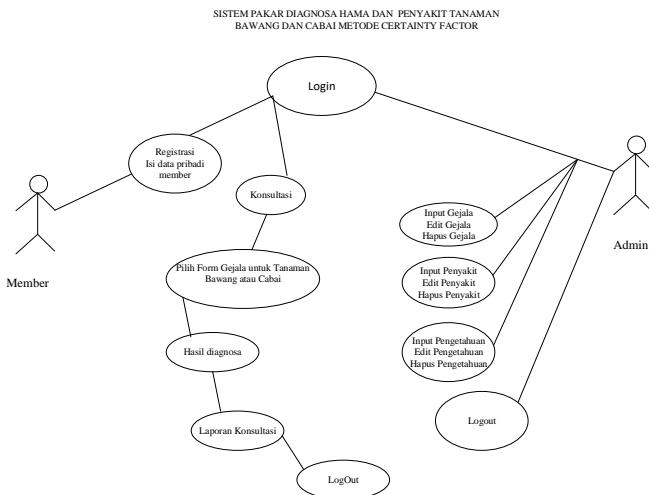
18	Pengendalian dilakukan dengan rotasi tanaman, mengatur aerasi lahan, membersihkan daun yang terserang, dan penyemprotan fungisida bahan aktif difenokonazol, mankozeb, metalaksil, dll.
19	Melakukan penyemprotan fungisida sistemik berbahan aktif dimetomorf atau difekonazole, lalu penyemprotan fungisida kontak berbahan aktif propineb selama 3 hari berturut-turut.
20	Dengan pemberian <i>trichoderma</i> sp pada pupuk dasar maupun dengan cara dikocor maka cendawan <i>fusarium</i> bisa ditekan perkembangannya. <i>Trichoderma</i> sp berguna sebagai dekomposer pupuk menjadi C organik
21	Mengurangi pemakaian pupuk nitrogen (urea atau ZA) Menanam dengan jarak tidak terlalu rapat tujuannya supaya sirkulasi udara lancar. Membuang atau membakar tanaman yang terserang.
22	Penanaman umbi yang bebas virus dan ditanam didaerah bebas virus yang letaknya jauh dari sumber penyakit, pergiliran tanaman selain jenis <i>Allium</i> dan mencabut tanaman yang terserang. Eradikasi tanaman yang menunjukkan gejala serangan
23	Pergiliran tanaman dengan jenis tanaman lain serta menjaga drainase agar tanah tidak terlalu becek. Pemberian lampu dan kipas angin agar tidak mudah lembab pada saat melakukan penyimpanan.
24	Sterilisasi lahan sebelum proses penanaman, pengaturan sistem pengairan/ drainase dan kondisi kelembapan dipertahankan dengan baik
25	Sanitasi gulma karena dapat menarik serangga betina untuk meletakkan telur, pengumpulan larva kemudian memusnahkannya, pengolahan lahan untuk membongkar persembunyian ulat.
	Memanfaatkan predator ulat tanah, yaitu burung
26	Penyiraman dilakukan pada siang hari untuk menghilangkan nimfa trips yang menempel pada daun dan menurunkan suhu disekitar tanaman. Apabila populasi dan serangan terus meningkat (belum ada ambang pengendaliannya) dilakukan pengendalian dengan insektisida efektif yang telah resmi terdaftar oleh Menteri Pertanian, seperti : Padan 50 SP.
27	Penyiraman dilakukan pada siang hari untuk menghilangkan nimfa trips yang menempel pada daun dan menurunkan suhu disekitar tanaman. Memanfaatkan predator ulat tanah,yaitu burung.
28	Menjaga kebersihan lingkungan tanaman dengan cara penyiangan atau membersihkan gulma dan rumput liar Menanam pada lokasi yang jauh dari tanaman inang. Penyemprotan insektisida yang bekerja seecara kontak, misalnya agrimec,alfamex,demolish atau curacon.

## Perancangan Sistem

### 1. Use Case Diagram

*Use Case Diagram* merupakan kumpulan *diagram* dan *text* yang saling bekerjasama untuk mendokumentasikan bagaimana user (actor) berinteraksi dengan system.

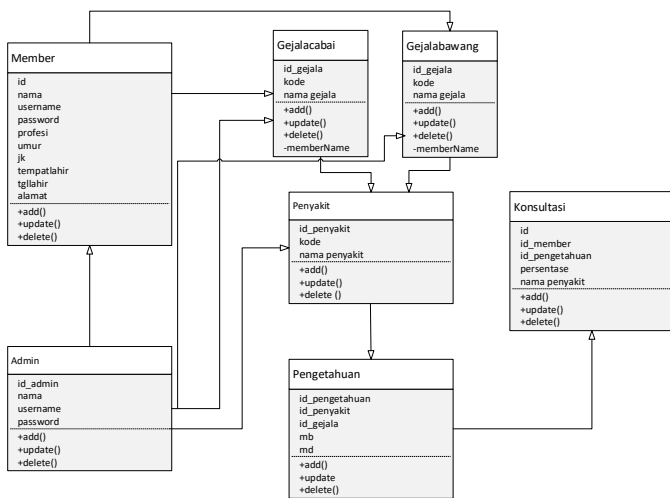
Gambar 2 merupakan *use case diagram* dari program yang akan dirancang :



Gambar 2. Use Case Diagram Sistem Pakar

**2. Class Diagram**

*Class Diagram* adalah sebuah spesifikasi yang jika diinisialisasi akan menghasilkan sebuah objek dan merupakan inti dari pengembangan dan desain berorientasi objek. *Class* menggambarkan keadaan (atribut/properti) suatu sistem, sekaligus menawarkan layanan untuk memanipulasi keadaan tersebut (metode/fungsi). *Class diagram* sistem pakar ini dapat dilihat pada Gambar 3

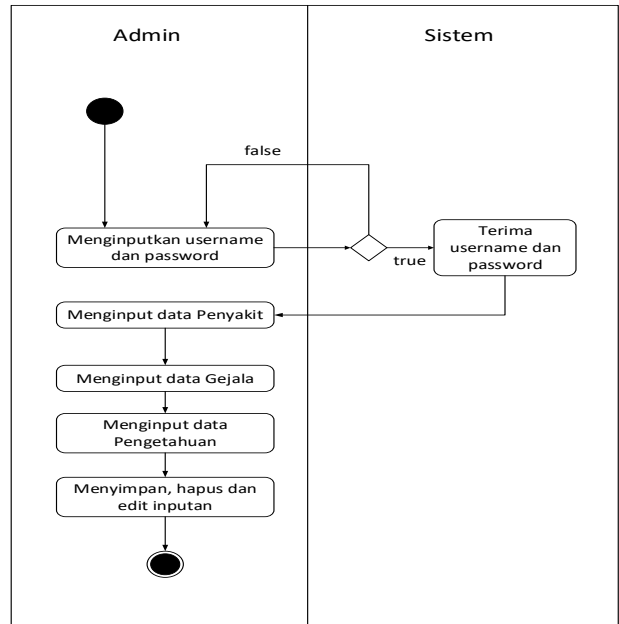


Gambar 3 Class Diagram Sistem Pakar

**3. Activity Diagram**

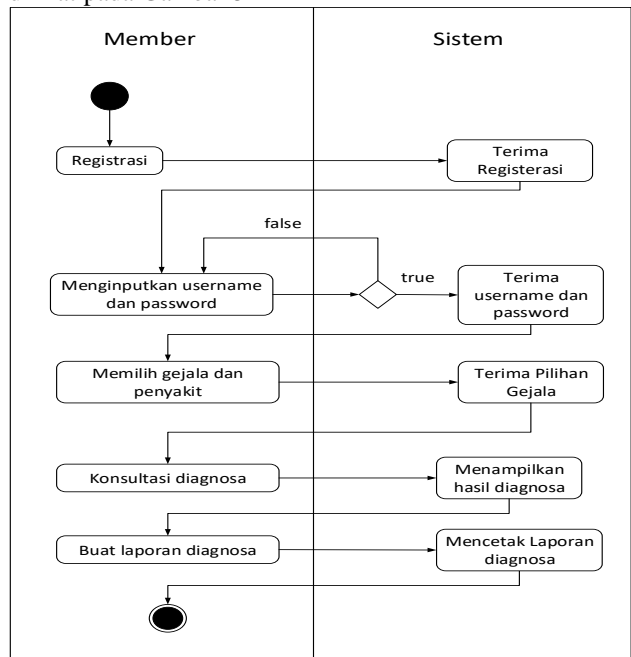
*Activity diagram* menggambarkan berbagai alir aktivitas dalam sistem yang sedang dirancang, bagaimana masing-masing alir berawal, *Decision* yang mungkin terjadi, dan bagaimana mereka berakhir. *Activity Diagram* juga dapat menggambarkan proses paralel yang mungkin terjadi pada beberapa eksekusi. *Activity diagram* dapat dilihat pada Gambar 4

1. Activity Diagram Form Input Data Admin, dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4 Activity Diagram Form Input Data Login

2. Activity Diagram Form Input Data Member, dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5 Activity Diagram Form Input Data Member

**IV. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan hasil penelitian, kesimpulan yang dapat diambil adalah :

1. Besarnya nilai CF total ditemukan oleh banyaknya kecocokan antara gejala yang dipilih dengan hama/penyakit, serta besarnya nilai CF tiap aturan pada kaidah diagnosa.
2. Telah berhasil dibangun sebuah sistem “Sistem Pakar Diagnosa Hama Dan Penyakit Tanaman Bawang Dan Cabai Metode Certainty Factor” untuk membantu petani dalam mengidentifikasi penyakit yang disebabkan oleh hama pada cabai dan tanaman bawang berdasarkan gejala-gejala yang di berikan.

3. Sistem pakar diharapkan dapat bermanfaat bagi petani untuk mengetahui informasi tentang penyakit dan hama tanaman cabai dan bawang
  4. Hasil pengujian/diagnosa menunjukkan bahwa sistem pakar yang dibangun telah berjalan sesuai yang diharapkan
  5. Aplikasi yang sudah dibangun mempunyai kelebihan yang diperoleh dari website sistem pakar diagnosa hama dan penyakit tanaman bawang dan cabai metode certainty factor ini sebagai berikut :
    - a. Mempermudah petani dalam mendeteksi hama dan penyakit yang ada pada tanaman bawang dan cabainya.
    - b. Mempunyai sistem pakar yang dapat membantu pengguna untuk diagnosa tanaman bawang dan cabai dengan memilih gejala-gejala yang ada.
- [14] Agus, Fahrul, Wulandari, Hernandha Eka, Astuti, Indah Fitri. 2017. *Expert System With Certainty Factor For Early Diagnosis Of Red Chill Peppers Diseases*. Computer Science Dept. Faculty of CSIT Mulawarman University. Samarinda
- [15] Kristianto Eko Winarno. 2019. Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Bawang Merah Menggunakan Metode Certainty Factor dengan Mesin Inferensi Forward Chaining Berbasis Web. Jurnal Institut Teknologi Nasional Malang. Malang.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rosnelly, Rika. 2017. *Sistem Pakar konsep dan teori*. Yogyakarta. Andi Publisher
- [2] Pratiwi, Heny. 2019. *Buku Ajar Sistem Pakar*. Samarinda. Goresan Pena
- [3] Meilin, Araz., 2014. *Hama Dan Penyakit Pada Tanaman Cabai Serta Pengendaliannya*. Jambi: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi
- [4] Wiro Sasmito, Ginanjar. 2017. Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Tanaman Hortikultura dengan Teknik Inferensi Forward dan Backward Chaining. Jurnal Pelita Harapan Bersama. Tegal.
- [5] Moekasan, Tonny K dkk., 2015. *Modul Pelatihan Budidaya Cabai Merah, Tomat, dan Mentimun Berdasarkan Konsep Pengendalian Hama Terpadu Sub title*. Bandung : Nikardi Gunandi dan Asih K. Karjadi
- [6] Burhannudin, Muhammad, Suprpto, Nurul Hidayat. 2017. *Pemodelan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Apel Manalagi dengan Metode Backward Chaining Menggunakan Certainty Factor*. Jurnal Universitas Brawijaya. Malang
- [7] Penelitian, Pusat Pengembangan, D A N., 2018. *Organisme Pengganggu Tumbuhan ( Opt ) Bawang Merah*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- [8] Sihotang, Hengki. 2014. Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Kolesterol Pada Remaja dengan Metode Certainty Factor (CF) Berbasis Web. Jurnal STMIK Pelta Nusantara Medan. Medan.
- [9] Azzamy. 2015. *Cara Mengendalikan Hama dan Penyakit Tanaman Cabe*. Terdapat pada: <https://mitalom.com/cara-mengendalikan-hama-dan-penyakit-tanaman-cabe/> [Diakses 26 April 2020]
- [10] Sutati, Emi, 2019. *Cara Mengatasi Penyakit Tanaman Pada Bawang Merah*. Terdapat pada : <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/73318/Cara-Mengatasi-Penyakit-Tanaman-Pada-Bawang-Merah/> [Diakses 26 April 2020]
- [11] Hama, Klinik, 2016. *Mengatasi Serangan Ulat Cabai*. Terdapat pada: [https://benihpertiwi.co.id/mengatasi-serangan-hama-ulat-pada-cabai/#.Xx0do-dS\\_Dd](https://benihpertiwi.co.id/mengatasi-serangan-hama-ulat-pada-cabai/#.Xx0do-dS_Dd) [Diakses 26 April 2020]
- [12] Rina Miranda, dkk. 2016. Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Jamur Akar Putih (Rigidoporus Lignosus) Pada Tanaman Karet (Havea Brasiliensis) dengan Metode Certainty Factor. Jurnal STMIK Budi Darma. Medan.
- [13] Tomi Winanto, dkk. 2018. Sistem Pakar Diagnosa Hama dan Penyakit Tanaman Cabai Besar Menggunakan Metode Certainty Factor. Jurnal STMIK Sinar Nusantara Surakarta. Surakarta.