

## PENERAPAN METODE DEMPSTER SHAFER UNTUK MENDIAGNOSIS PENYAKIT PADA TANAMAN KOL

Rizki Hannum<sup>1</sup>, Machrani Adi Putri Siregar<sup>2</sup>, Nenna Isya Syaputri<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Email: rizkihannum@gmail.com, machraniadiputri@uinsu.ac.id,

nenna.ziadzha@gmail.com

**ABSTRACT:** *Cabbage is a seasonal plant that contains vitamin A, vitamin B complex, iron, potassium, rivoplafin and folic acid. The problems that often occur with cabbage are pests and diseases which are a serious problem, if not handled properly, the plants may die or not grow properly. Diseases that often attack cabbage are wilting leaves, root rot, fruit and flowers. The limited time of an agricultural expert is an obstacle for farmers to carry out consultations to solve a problem to get the best solution. The process of diagnosis with the help of experts can be applied to the Dempster Shafer method. The Dempster Shafer method is a solution in diagnosis because this method can provide additional information in the form of the percentage of confidence in the disease suffered by an object. The results of this study indicate that from the symptoms obtained using the Dempster Shafer method in 3 cases given by farmers, the percentage of confidence was 82% for wet rot disease, 73.3% for black leg rot disease and 73% for powdery mildew disease, so this method assessed can be applied to the diagnosis of diseases in cabbage plants.*

**Keywords:** *Cabbage, diagnosis, Bayes theorem, Dempster Shafer, belief*

**ABSTRAK:** Tanaman kol merupakan jenis tanaman musiman yang memiliki kandungan vitamin A, vitamin B kompleks, zat besi, kalium, rivoplafin dan asam folat. Masalah yang sering terjadi pada kol adalah hama dan penyakit yang menjadi permasalahan serius, jika tidak dapat diatasi dengan benar, tanaman dapat mati atau tidak bertumbuh dengan baik. Penyakit yang sering menyerang kol adalah layu daun, busuk akar, buah dan bunga. Keterbatasan waktu yang dimiliki seorang pakar pertanian yang menjadi kendala bagi petani untuk melakukan konsultasi guna menyelesaikan suatu permasalahan untuk mendapatkan solusi terbaik. Proses diagnosis dengan bantuan pakar dapat diterapkan dengan metode Dempster Shafer. Metode Dempster Shafer menjadi solusi dalam diagnosis karena metode tersebut dapat memberikan informasi tambahan berupa persentase keyakinan terhadap penyakit yang diderita oleh suatu objek. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dari gejala yang diperoleh dengan metode Dempster Shafer pada 3 kasus yang diberikan petani menghasilkan persentase keyakinan sebesar 82% terserang penyakit busuk basah, 73,3% terserang penyakit busuk kaki hitam dan 73% terserang penyakit embun tepung, sehingga metode ini dinilai bisa diterapkan untuk diagnosis penyakit pada tanaman kol.

**Kata kunci:** *Tanaman kol, diagnosis, Teorema Bayes, Dempster Shafer, belief*

### PENDAHULUAN

Tanaman kol berasal dari wilayah Eropa yang sudah tersebar luas di berbagai belahan bumi. Tanaman ini bukan jenis tanaman musiman, namun dapat

ditanaman sewaktu-waktu. Kandungan gizi yang terdapat pada tanaman kol adalah vitamin A, vitamin B kompleks, zat besi, kalium, rivoplafin dan asam folat. Tanaman kol juga merupakan tanaman *capitata*, yaitu memanfaatkan daunnya yang berbentuk bulat padat. Menurut (Zarliani, 2018) kol hanya tumbuh di daerah dataran tinggi, tumbuh dan berproduksi dengan baik pada ketinggian 1000 mdpl ke atas, curah hujan cukup dan temperatur udara antara 15°C-20°C. Jenis tanah yang dikehendaki untuk tanaman kubis atau kol adalah tanah yang gembur, bertekstur ringan atau sarang serta memiliki PH 6-6,5. Menurut (Aidah, 2020) masalah yang sering terjadi pada kol adalah hama dan penyakit yang menjadi permasalahan serius, jika tidak dapat diatasi dengan benar, tanaman dapat mati atau tidak bertumbuh dengan baik. Namun, banyak dari petani yang mengabaikan hal tersebut karena minimnya pengetahuan dan menganggap gejala tersebut sudah biasa terjadi. Penyakit yang sering menyerang kol adalah layu daun, busuk akar, buah dan bunga. Keterbatasan waktu yang dimiliki seorang pakar pertanian yang menjadi kendala bagi petani untuk melakukan konsultasi guna menyelesaikan suatu permasalahan untuk mendapatkan solusi terbaik. Sehingga digunakan diagnosis yang diperlukan untuk mengetahui kerusakan pada tanaman, sehingga dapat dilakukan penanganan yang tepat. Salah satu tanaman yang memerlukan penanganan adalah tanaman pangan yang menjadi sumber pangan masyarakat.

Proses diagnosis penyakit tanaman kol memerlukan keahlian, pengetahuan, dan pengalaman. Karenanya, diperlukan sebuah metode penalaran untuk menganalisis masalah berdasarkan bukti. Dempster Shafer menggunakan perhitungan nilai *belief* (kepercayaan) dari gejala-gejala yang dipilih. Teori Dempster juga cocok digunakan untuk mengatasi ketidakpastian dengan mengukur suatu faktor atau aturan. Karena dengan hal itu, bisa membantu para petani kol dapat meminimalisir kegagalan panen yang diakibatkan oleh penyakit, sehingga dapat meningkatkan produktivitas kol. Selain itu, dalam teori Dempster Shafer menggunakan penalaran berdasarkan bukti yang berbeda untuk menentukan derajat keyakinan secara keseluruhan (Du & Zhong, 2021). Dempster Shafer merupakan generalisasi dari teorema Bayes. Dalam teorema Bayes, keyakinan terjadinya suatu kejadian diberikan pada tingkat hipotesis tunggal sebagai akibat dari pengetahuan yang tidak lengkap. Pembuatan keputusan pada teorema Bayes dilakukan dengan bilangan 0 dan 1 dengan bentuk yang paling sederhana menggunakan bentuk peluang (*odds form*), dimana keyakinan terhadap suatu teori diperoleh berdasarkan kebenaran teori itu. Bobot Bayes didapatkan berdasarkan tingkat kepercayaan, keyakinan, pengalaman dan latar belakang pengambilan keputusan. Menurut (Matthews, 2008) teorema Bayes adalah cara menunjukkan perbaruan keyakinan berdasarkan bukti-bukti baru, sehingga bukti yang lama juga dibutuhkan. Oleh karena itu, teorema Bayes bersifat subjektif atau non ilmiah, sehingga pada tahun 1980-an teorema ini diabaikan oleh ilmuwan.

Oleh karena itu diperlukan asumsi untuk membagi keyakinan dengan teori Dempster Shafer (Marimin, 2017) Dempster Shafer merupakan teori pengkombinasian potongan informasi yang terpisah (bukti) yang bertujuan untuk menghasilkan kemungkinan dari kejadian dengan menggunakan fungsi kepercayaan (*Belief Function*) dan pemikiran yang masuk akal (*Plaussible Reasoning*).

Dempster Shafer dirancang dengan sistem yang kompleks dan banyak digunakan dalam fusi informasi, identifikasi target, diagnosis dan bidang lain dalam polimerisasi bukti (Lu & He, 2017) Metode Dempster Shafer menjadi solusi dalam diagnosis karena metode tersebut dapat memberikan informasi tambahan berupa persentase keyakinan terhadap penyakit yang diderita oleh suatu objek. Dempster Shafer menawarkan alternatif teori probabilistik untuk representasi matematis ketidakpastian. Metode Dempster Shafer ini menggunakan parameter nilai bobot densitas yang didapatkan dari pakar yang kemudian dianalisis untuk mendapatkan hasil kebenarannya (Ratnida, 2020). Metode Dempster Shafer memiliki tingkat perkembangan teoretis yang relatif tinggi diantara teori-teori lain untuk mengkarakterisasi ketidakpastian, hubungan Dempster Shafer dengan teori probabilitas tradisional dan teori himpunan, serta Dempster shafer memiliki tingkat fleksibilitas untuk mewakili dan menggabungkan berbagai jenis bukti yang diperoleh dari berbagai sumber. Inti dari teori Dempster Shafer adalah kemampuannya untuk memodelkan ketidakpastian, sehingga membuatnya lebih unggul daripada pendekatan Bayesian dan hal tersebut menjadi alasan kuat untuk penggunaan metode Dempster Shafer pada proses diagnosis penyakit pada tanaman.

### Metode Dempster Shafer

Teori Dempster Shafer pertama kali dikenalkan oleh seorang ilmuwan bernama Arthur P. Dempster dan Glenn Shafer. Sebagai ahli statistik, Dempster pertama kali secara eksplisit menerapkan aturan kombinasi pada inferensi statistik. Selanjutnya pada tahun 1976 ilmuwan Shafer berhasil mempublikasikan teori Dempster tersebut dalam sebuah buku "*Mathematical Theory Of Evident*". *Dempster Shafer Theory Of Evident* adalah suatu cara yang menunjukkan pemberian bobot keyakinan berdasarkan fakta yang telah dikumpulkan (Ratnida, 2020). Dempster Shafer adalah suatu teori matematika untuk pembuktian berdasarkan *belief function* (fungsi kepercayaan) dan *plausible reasoning* (pemikiran masuk akal) yang digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi yang terpisah (bukti) untuk mengkalkulasi kemungkinan suatu peristiwa.

Fungsi *belief* memiliki formulasi sebagai berikut:

$$Bel(A) = \sum_{B|B \subseteq A} m(B) \quad \forall A \subseteq \theta$$

Dimana  $A \in 2^\theta$  dan  $2^\theta$  didapatkan :

$$bel(H_f) = m(H_f)$$

$$bel(H_g) = m(H_g)$$

Dimana  $bel(A)$  untuk semua sub bagian dari A sebagai jumlah dari semua massa himpunan bagian dari himpunan.

*Plaussibility* (Pls) adalah yang mengurangi tingkat kepercayaan *evidence*.

*Plaussibility* bernilai 0 samapi 1. dinotasikan sebagai berikut :

$$Pl(A) = \sum_{B|B \cap A \neq \emptyset} m(B) \quad \forall A \subseteq \theta$$

Berdasarkan kasus di atas, sehingga:

$$Pl(H_f) = m(H_f) + m(H_f, H_g)$$

$$Pl(H_g) = m(H_g) + m(H_f, H_g)$$

Seingga dapat ditunjukkan bahwa :

$$bel(A) \leq Pl(A) \forall A \subset \theta$$

Dimana persamaan ini sebagai implikasi dari *plausibility*.

*Belief* dan *plausibility* dihubungkan satu sama lain menjadi :

$$Pls(A) = 1 - bel(A) \forall A \subset \theta$$

Sehingga interval probabilitas dapat didefinisikan sebagai interval dengan *bel(A)* sebagai batas bawah dan *pl(A)* sebagai batas atas.

$$bel(A) \leq P(A) \leq Pl(A)$$

Berdasarkan rumus, *belief* dan *plausibility* memiliki range seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Range *Belief* dan *Plausibility* (Sumber: (Aldo & Putra, 2020))

| Kemungkinan                             | Keterangan                      |
|---|---------------------------------|
| [1,1]                                   | Semua benar                     |
| [0,0]                                   | Semua salah                     |
| [0,1]                                   | Ketidakpastian                  |
| [Bel,1] dimana $0 < Bel < 1$            | Cenderung mendukung             |
| [0,Pls] dimana $0 < Pls < 1$            | Cenderung menolak               |
| [Bel,Pls] dimana $0 < Bel \leq Pls < 1$ | Cenderung mendukung dan menolak |

Proses kombinasi Dempster Shafer menggunakan aturan untuk menghitung himpunan  $m_{1,2}$  dari  $m_1$  dan  $m_2$ .

$$m_{1,2} = (m_1 \oplus m_2)(A) = \frac{1}{1-K} \sum_{B \cap C = A \neq \emptyset} m_1(B)m_2(C)$$

*Mass function* (m) pada Dempster Shafer merupakan tingkat kepercayaan pada suatu gejala atau biasa dikenal dengan *evidence*, sehingga dinotasikan dengan (m). Tujuan *evidence* ini adalah untuk mengaitkan ukuran kepercayaan pada elemen  $\theta$ . Nilai pada m tidak hanya berfungsi untuk mendefinisikan elemen-elemen  $\theta$ , tetapi juga semua subsetnya.

Dimana k adalah jumlah dari *evidential conflict* atau merupakan himpunan kosong pada tabel kombinasi. 1-K dalah normalisasi faktor. K dirumuskan sebagai berikut:

$$K = \sum_{B \cap C = A = \emptyset} m_1(B)m_2(C)$$

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adaah penelitian kuantitatif. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang didapatkan dari hasil observasi langsung berupa hasil wawancara dan kuesioner kepada pakar pertanian Badan Penyuluhan Pertanian (BPP) Sibanggor sejak Maret-Agustus 2022.

## Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini didapatkan dari Badan Badan Penyuluhan Pertanian (BPP) Sibanggor adalah:

G1, G2, G3, .....dan seterusnya = gejala penyakit pada tanaman kol

C1, C2, C3, .....dan seterusnya = penyakit yang mungkin dari gejala G1, G2,

G3, .....dan seterusnya  
B = bobot dari setiap gejala penyakit

### Metode Analisis Data

Langkah-Langkah yang dilakukan dalam analisis data yaitu :

1. Mengumpulkan data dan teori pendukung
  - a. Penelitian ini melakukan studi pustaka dengan mengumpulkan bahan materi sebagai referensi dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, paper dan literatur-literatur lainnya sebagai landasan dalam menganalisis permasalahan. Dalam penelitian ini dan yang berhubungan dengan metode Dempster Shafer, kombinasi bukti dan ketidakpastian aturan.
  - b. Mengumpulkan data jenis-jenis penyakit yang menyerang tanaman kol
  - c. Mengumpulkan data gejala-gejala penyakit yang dialami tanaman kol
  - d. Menentukan *belief* / bobot kepercayaan dari setiap gejala penyakit pada tanaman kol yang didapatkan dari 5 (lima) orang pakar.
2. Pengolahan data
  - a. Pengumpulan data terhadap jenis-jenis penyakit pada tanaman kol serta gejala yang dialami tanaman kol
  - b. Pengambilan kasus penyakit yang dialami tanaman kol yang diberikan oleh petani kol
  - c. Penerapan Metode Dempster Shafer
    - 1) Menentukan nilai bobot gejala penyakit pada tanaman kol
    - 2) Melakukan perhitungan data dengan mengkombinasikan gejala 1 ( $m_1$ ) dan gejala 2 ( $m_2$ ) sehingga menghasilkan  $m_3$
    - 3) Mengkombinasikan  $m_3$  yang didapatkan dengan gejala ketiga ( $m_4$ ) sehingga menghasilkan  $m_5$
    - 4) Mengkombinasikan  $m_5$  dengan gejala keempat ( $m_6$ ) sehingga menghasilkan  $m_7$
    - 5) Melakukan diagnosis penyakit tanaman kol dari hasil kombinasi yang paling tinggi dari semua *evidence* (m).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pakar

Pada sistem ini, pakar sebagai sumber informasi dan digunakan sebanyak 5 (lima) orang pakar dari Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) Sibanggor. Informasi data dikumpulkan berdasarkan hasil wawancara dan pengisian kuesioner dengan pakar terkait. Wawancara bertujuan untuk mendapatkan data penyakit beserta gejala penyakit tanaman pada tanaman kol, serta pengisian kuesioner untuk mendapatkan nilai *belief* / bobot kepercayaan dari setiap gejala pada penyakit tanaman kol. Sehingga dengan basis pengetahuan yang diberikan oleh kelima pakar tersebut, diagnosis penyakit pada tanaman kol dapat dibangun.

### Gejala dan Penyakit pada Tanaman Kol

Untuk menerapkan metode Dempster Shafer, ada beberapa variabel yang dibutuhkan yaitu penyakit yang menyerang tanaman kol, gejala yang menyebabkan

penyakit, bobot nilai dari setiap gejala penyakit yang didapatkan dari pakar pertanian, serta batas nilai minimum dan maksimum dari setiap gejala yang ditetapkan untuk nilai bobot.

Tabel 2 Kode Penyakit (Sumber: Badan Penyuluhan Pertanian (BPP) Sibanggor)

| Kode Penyakit | Nama Penyakit    |
|---------------|------------------|
| C1            | Akar gada        |
| C2            | Busuk kaki hitam |
| C3            | Busuk basah      |
| C4            | Embun tepung     |
| C5            | Bercak daun      |
| C6            | Rebah semai      |

Tabel 3 Kode Gejala (Sumber : Badan Penyuluhan Pertanian (BPP) Sibanggor)

| Kode Gejala | Nama Gejala   |
|-------------|---|
| G1          | Akar membengkak   |
| G2          | Tanaman terjatuh ke tanah   |
| G3          | Tanaman kol menjadi layu  |
| G4          | Daun berwarna hijau kebiruan atau ungu                                      |
| G5          | Pertumbuhan terhambat dan menjadi kerdil                                    |
| G6          | Tanaman tidak dapat membentuk krop  |
| G7          | Akarnya rusak dan hancur  |
| G8          | Batang memanjang  |
| G9          | Batang berwarna coklat terang   |
| G10         | Daun menjadi layu   |
| G11         | Daun memiliki bercak memucat  |
| G12         | Bercak awalnya kecil dan berwarna kuning, kemudian membesar berwarna coklat |
| G13         | Tanaman mengeluarkan aroma bau  |
| G14         | Daun berwarna coklat kehitaman  |
| G15         | Bercak putih di bagian permukaan daun seperti tepung                        |
| G16         | Daun berlubang-lubang   |
| G17         | Daun menjadi rontok   |

Dari daftar gejala dan penyakit tersebut, nilai *belief* / bobot sebagai hubungan antara gejala dan penyakit yang menyerang tanaman kol ditentukan dengan menggunakan Dempster Shafer mengikuti aturan :

Tabel 4 Nilai *belief* (bobot) (Sumber: Saragih, 2020)

| NO | Nilai Bobot | Persentase Nilai Densitas (%) | Keterangan   |
|----|-------------|-------------------------------|--------------|
| 1  | 1           | 100%                          | Sangat pasti |
| 2  | 0,75-0,99   | 75%                           | Pasti        |
| 3  | 0,50-0,75   | 50%                           | Cukup pasti  |
| 4  | <0,50       | 25%                           | Kurang Pasti |

Berdasarkan nilai *belief* yang diberikan pakar 1, pakar 2, pakar 3, pakar 4 dan pakar 5, selanjutnya dituliskan basis pengetahuan dalam tabel 4.5.

Tabel 5 Nilai Densitas (Sumber : Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) Sibanggor)

| Kode | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | <i>Belief</i> |
|------|----|----|----|----|----|----|---------------|
| G1   | ✓  |    |    |    |    |    | 0,97          |
| G2   |    |    |    |    |    | ✓  | 0,96          |
| G3   | ✓  |    |    |    |    | ✓  | 0,73          |
| G4   | ✓  |    |    | ✓  | ✓  |    | 0,65          |
| G5   | ✓  |    | ✓  |    |    |    | 0,76          |
| G6   | ✓  |    |    |    |    |    | 0,67          |
| G7   | ✓  | ✓  |    |    |    |    | 0,83          |
| G8   |    | ✓  | ✓  |    |    |    | 0,85          |
| G9   |    |    |    | ✓  |    |    | 0,58          |
| G10  |    |    | ✓  | ✓  |    | ✓  | 0,89          |
| G11  |    | ✓  | ✓  |    | ✓  |    | 0,73          |
| G12  |    | ✓  |    |    | ✓  |    | 0,9           |
| G13  |    |    | ✓  |    |    |    | 0,92          |
| G14  |    |    | ✓  |    |    |    | 0,89          |
| G15  |    |    |    | ✓  |    |    | 0,96          |
| G16  |    |    |    | ✓  | ✓  | ✓  | 0,58          |
| G17  |    |    |    |    | ✓  |    | 0,67          |

Pada tabel 5, nilai *belief* adalah nilai rata-rata bobot dari pakar 1, pakar 2, pakar 3, pakar 4 dan pakar 5 yang dituliskan berdasarkan rumus :

Nilai akhir kepercayaan gejala atau disimbolkan dengan  $x$  dihitung berdasarkan rumus :

$$x = \frac{\text{nilai belief p.1} + \text{nilai belief p.2} + \text{nilai belief p.3} + \text{nilai belief p.4} + \text{nilai belief p.5}}{5}$$

### Penerapan Metode Dempster Shafer

Petani kol memberikan informasi terkait gejala penyakit yang menyerang tanaman kol yang terjadi di lapangan. Informasi tersebut dikumpulkan berdasarkan wawancara dengan 3 orang petani. Setelah mengetahui gejala penyakit, selanjutnya dilakukan eksekusi dengan perhitungan manual menggunakan metode Dempster Shafer.

Gejala penyakit tanaman kol yang terjadi di lapangan:

Kasus 1 : pertumbuhan terhambat dan menjadi kerdil, daun berlubang-lubang,

daun menjadi layu dan daun berwarna coklat kehitaman.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan manual berdasarkan kasus 1,2, dan 3 yang diberikan petani.

Kasus 1 : Petani memiliki gejala tanaman kol {G5, G16, G10 dan G14}.

Dimana: G5 = Pertumbuhan terhambat dan menjadi kerdil

G16 = Daun berlubang-lubang

G10 = Daun menjadi layu

G14 = Daun berwarna coklat kehitaman

Gejala 1 : Pertumbuhan terhambat dan menjadi kerdil (G5) terdapat pada akar gada (C1) dan busuk basah C3.

Maka  $m_1 = 0,76$

$\theta = 1 - 0,76 = 0,24$

Gejala 2 : daun berlubang-lubang (G16) terdapat pada embun tepung (C4), bercak daun (C5) dan rebah semai (C6).

Maka  $m_2 = 0,58$

$\theta = 1 - 0,58 = 0,42$

Dengan munculnya 2 gejala, yaitu pertumbuhan terhambat dan menjadi kerdil dan daun berlubang-lubang maka dilakukan perhitungan untuk nilai densitas baru pada kombinasi ( $m_3$ ). Untuk memudahkan perhitungan, maka himpunan-himpunan yang terdapat pada  $m_1$  dan  $m_2$  dimasukkan ke dalam tabel. Kolom pertama diisi dengan gejala yang pertama, sedangkan pada baris yang pertama diisi dengan gejala yang kedua. Sehingga akan menghasilkan  $m_3$  sebagai hasil kombinasi  $m_1$  dan  $m_2$  dengan perhitungan pada tabel 6.

Tabel 6 Kombinasi  $m_1$  dan  $m_2$

|          |      |                     |       |             |       |
|----------|------|---------------------|-------|-------------|-------|
|          |      | $m_2\{C4, C5, C6\}$ | 0,58  | $\theta$    | 0,42  |
|          |      | $m_1\{C1, C3\}$     | 0,76  | $\emptyset$ | 0,440 |
| $\theta$ | 0,24 | $\{C4, C5, C6\}$    | 0,139 | $\theta$    | 0,100 |

Selanjutnya menghitung tingkat keyakinan ( $m_3$ ) kombinasi dengan rumus :

$$K = m_1(C1, C3) = 0,440$$

$$m_3\{C1, C3\} = \frac{1}{1 - 0,440}(C1, C3)$$

$$= \frac{0,319}{0,56} = 0,569$$

$$m_3\{C4, C5, C6\} = \frac{1}{1 - 0,440}(C4, C5, C6)$$

$$= \frac{0,139}{0,56} = 0,248$$

$$m_3\{\theta\} = \frac{1}{1 - 0,440}(\theta)$$

$$= \frac{0,100}{0,56} = 0,178$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai densitas  $m_3$  kombinasi diatas, nilai  $\{C1,C3\}$  lebih tinggi dibandingkan dengan gejala yang lain dengan nilai densitas 0,569. Sehingga :

$$P(C1,C3) = bel(C1,C3) = m_3(C1,C3) = 0,569$$

Kemudian gejala ketiga yaitu daun menjadi layu (G10) yang terdapat pada busuk basah (C3), embun tepung (C4) dan rebah semai (C6). Maka dilakukan perhitungan lagi untuk densitas baru  $m_5$ . Di dalam tabel, kolom pertama diisi semua himpunan bagian pada  $m_3$  sebagai densitas, sedangkan baris pertama diisi semua himpunan bagian pada gejala ketiga sebagai  $m_4$  dengan:

$$m_4\{C3,C4,C6\} = 0,89$$

$$\theta = 1 - 0,89 = 0,11$$

Selanjutnya dapat dihitung pada tabel tabel 7.

Tabel 7 Kombinasi  $m_3$  dan  $m_4$

|                   |       | $m_4\{C3,C4,C6\}$ | 0,89  | $\theta$ | 0,11  |
|-------------------|-------|-------------------|-------|----------|-------|
| $m_3\{C1,C3\}$    | 0,569 | {C3}              | 0,506 | {C1,C3}  | 0,062 |
| $m_3\{C4,C5,C6\}$ | 0,248 | {C4,C6}           | 0,220 | {C1,C6}  | 0,027 |
| $\theta$          | 0,178 | {C3,C4,C6}        | 0,158 | $\theta$ | 0,019 |

Selanjutnya menghitung nilai tingkat keyakinan  $m_5$  dengan rumus :

$$K = 0$$

$$m_5\{C3\} = \frac{1}{1-0}(C3) = \frac{0,506}{1-0} = 0,506$$

$$m_5\{C4,C6\} = \frac{1}{1-0}(C4,C6) = \frac{0,220}{1-0} = 0,220$$

$$m_5\{C1,C3\} = \frac{1}{1-0}(C1,C3) = \frac{0,062}{1-0} = 0,062$$

$$m_5\{C1,C6\} = \frac{1}{1-0}(C1,C6) = \frac{0,027}{1-0} = 0,027$$

$$m_5\{C3,C4,C6\} = \frac{1}{1-0}(C4,C5,C6) = \frac{0,158}{1-0}$$

$$m_5\{\theta\} = \frac{1}{1-0}(\theta) = \frac{0,019}{1-0} = 0,019$$

Nilai keyakinan paling kuat adalah pada penyakit C3, yaitu sebesar 0,506.

$$P(C3) = bel(C3) = m_5(C3) = 0,506$$

Kemudian gejala keempat yaitu daun berwarna coklat kehitaman (G14) yang hanya terdapat pada C3. Maka dilakukan perhitungan lagi untuk densitas baru  $m_7$ . Di dalam tabel, kolom pertama diisi semua himpunan bagian pada  $m_5$  sebagai densitas, sedangkan baris pertama diisi semua himpunan bagian pada gejala G14 sebagai  $m_6$  dengan :

$$m_6 = \{0,89\}$$

$$\theta = 1 - 0,89 = 0,11$$

Selanjutnya dapat dihitung pada tabel 8.

Tabel 8 Kombinasi  $m_5$  dan  $m_6$

|                   | $m_6\{C3\}$ | 0,89        | $\theta$ | 0,11       |       |
|-------------------|-------------|-------------|----------|------------|-------|
| $m_5\{C3\}$       | 0,506       | {C3}        | 0,450    | {C3}       | 0,055 |
| $m_5\{C4,C6\}$    | 0,220       | $\emptyset$ | 0,195    | {C4,C6}    | 0,042 |
| $m_5\{C1,C3\}$    | 0,062       | {C3}        | 0,055    | {C1,C3}    | 0,006 |
| $m_5\{C1,C6\}$    | 0,027       | $\emptyset$ | 0,024    | {C1,C6}    | 0,002 |
| $m_5\{C4,C5,C6\}$ | 0,158       | $\emptyset$ | 0,140    | {C4,C5,C6} | 0,017 |
| $\theta$          | 0,019       | {C3}        | 0,016    | $\theta$   | 0,002 |

Selanjutnya menghitung nilai tingkat keyakinan  $m_7$  dengan rumus :

$$K = 0,195 + 0,024 + 0,140$$

$$m_7\{C3\} = \frac{1}{1 - (0,195 + 0,024 + 0,140)} (C3)$$

$$= \frac{0,450 + 0,055 + 0,055 + 0,016}{1 - (0,369)}$$

$$= \frac{0,526}{0,641}$$

$$= 0,820$$

$$m_7\{C2,C4\} = \frac{1}{1 - (0,195 + 0,024 + 0,140)} (C2,C4)$$

$$= \frac{0,042}{1 - (0,379)}$$

$$= \frac{0,042}{0,641}$$

$$= 0,065$$

$$m_7\{C3,C4\} = \frac{1}{1 - (0,195 + 0,024 + 0,140)} (C3,C4)$$

$$= \frac{0,006}{1 - (0,369)}$$

$$= \frac{0,006}{0,641}$$

$$= 0,009$$

$$m_7\{C1,C6\} = \frac{1}{1 - (0,195 + 0,024 + 0,140)} (C3)$$

$$= \frac{0,002}{1 - (0,369)}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,002}{0,641} \\
 &= 0,003 \\
 m_7\{C4, C5, C6\} &= \frac{1}{1 - (0,195 + 0,024 + 0,140)} (C4, C5, C6) \\
 &= \frac{0,017}{1 - 0,369} \\
 &= \frac{0,017}{0,641} \\
 &= 0,026 \\
 m_7\{\theta\} &= \frac{1}{1 - (0,195 + 0,024 + 0,140)} (C3) \\
 &= \frac{0,002}{1 - (0,195 + 0,024 + 0,140)} \\
 &= \frac{0,002}{0,002} \\
 &= \frac{1 - 0,369}{0,002} \\
 &= \frac{0,641}{0,002} \\
 &= 0,003
 \end{aligned}$$

Setelah adanya gejala baru, nilai keyakinan paling kuat pada  $m_7$  adalah pada  $m\{C3\}$  yaitu sebesar 0,820 yang didapatkan dari 4 gejala yang ada.

$$P(C3) = bel(C3) = m_7(C3) = 0,820$$

Dengan demikian, berdasarkan 4 gejala, yaitu pertumbuhan terhambat dan menjadi kerdil, daun berlubang-lubang, daun menjadi layu dan daun berwarna coklat kehitaman, maka diperoleh nilai paling kuat terjadi pada penyakit C3 (busuk basah) dengan probabilitas 0,820 atau bila dipersentasekan sebesar 82%.

Kasus 2 : akar rusak dan hancur, daun memiliki bercak memucat, tanaman kol menjadi layu dan bercak awalnya kecil dan berwarna kuning, kemudian membesar berwarna coklat.

Kasus 2 : Petani Petani memiliki gejala tanaman kol {G7, G11, G3 dan G12}.

Dimana : G7 = Akar rusak dan hancur

G11= Daun memiliki bercak memucat

G3 = Tanaman kol menjadi layu

G12= Bercak awalnya kecil dan berwarna kuning, kemudian membesar berwarna coklat.

Dengan menggunakan perhitungan yang sama dengan kasus 1, berdasarkan 4 gejala yaitu akar rusak dan hancur, daun memiliki bercak memucat, tanaman kol menjadi layu dan bercak awalnya kecil dan berwarna kuning, kemudian membesar berwarna coklat., maka diperoleh nilai paling kuat terjadi pada penyakit C2 (Busuk kaki hitam) dengan probabilitas 0,733 atau bila dipersentasekan sebesar 73,3%.

Kasus 3 : bercak putih di bagian permukaan daun seperti tepung, daun berwarna hijau kebiruan atau ungu, tanaman terjatuh ke tanah dan batang memanjang.

Kasus 3 : Petani memiliki gejala tanaman kol {G15, G4, G2 dan G8}.

Dimana : G15 = Bercak putih di bagian permukaan daun seperti tepung

G4 = Daun berwarna hijau kebiruan atau ungu

G2 = Tanaman terjatuh ke tanah

G8 = Batang memanjang

Dengan demikian, berdasarkan 4 gejala yaitu bercak putih di bagian permukaan daun seperti tepung, daun berwarna hijau kebiruan atau ungu, tanaman terjatuh ke tanah dan batang memanjang, maka diperoleh nilai paling kuat terjadi pada penyakit C4 (embun tepung) dengan probabilitas 0,730 atau bila dipersentasekan sebesar 73%.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh penulis terhadap diagnosis penyakit pada tanaman kol menggunakan metode Dempster Shafer, dapat diambil bahwa metode Dempster Shafer dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit tanaman kol dengan menggunakan nilai *belief* / bobot keyakinan yang didapatkan dari Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) Sibanggor, kemudian nilai *belief* tersebut dijadikan sebagai bobot untuk menghitung nilai probabilitas dari suatu penyakit terhadap gejala yang tampak. Berdasarkan kasus yang dialami petani kol, petani 1 dengan gejala pertumbuhan terhambat dan menjadi kerdil, daun berlubang-lubang, daun menjadi layu dan daun berwarna coklat kehitaman di diagnosis memiliki penyakit busuk basah dengan probabilitas 0,820 atau bila dipersentasekan sebesar 82%. Petani 2 dengan gejala akar rusak dan hancur, daun memiliki bercak memucat, tanaman kol menjadi layu dan bercak awalnya kecil dan berwarna kuning, kemudian membesar berwarna coklat di diagnosis memiliki penyakit busuk kaki hitam dengan probabilitas 0,733 atau bila dipersentasekan sebesar 73,3%. Selanjutnya petani 3 dengan gejala bercak putih di bagian permukaan daun seperti tepung, daun berwarna hijau kebiruan atau ungu, tanaman terjatuh ke tanah dan batang memanjang di diagnosis memiliki penyakit embun tepung dengan probabilitas 0,73 atau bila dipersentasekan sebesar 73%. Menurut Wahyuni dan Prijodiprojo (2013) tingkat kepercayaan nilai akurasi 70%-100% dinyatakan diagnosis positif atau akurat, sedangkan nilai akurasi <70% dinyatakan kurang akurat. Berdasarkan hasil diagnosis ke tiga penyakit tersebut, menunjukkan bahwa diagnosis penyakit pada tanaman kol menggunakan metode Dempster Shafer dapat memberikan nilai yang >70%, sehingga dinyatakan diagnosis akurat. Sehingga diagnosis dengan menggunakan metode Dempster Shafer dapat dijadikan solusi bagi petani kol untuk mendapatkan informasi kemungkinan penyakit yang dialami pada tanaman kol.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aidah, N. . (2020). *Eksiklopedi Kubis Deskripsi, Filosofi, Manfaat dan Peluang Bisnisnya*. Penerbit KBM Indonesia.
- Aldo, D., & Putra, S. E. (2020). Sistem Pakar Diagnosis Hama dan Penyakit Bawang Merah Menggunakan Metode Dempster Shafer. *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, 9(2), 85-93.

- Du, Y. W., & Zhong, J. J. (2021). Generalized combination rule for evidential reasoning approach and Dempster-Shafer theory of evidence. *Information Sciences*, 547, 1201–1232. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2020.07.072>
- Lu, Y. J., & He, J. (2017). Dempster-shafer evidence theory and study of some key problems. *Journal of Electronic Science and Technology*, 15(1), 106–112. <https://doi.org/10.11989/JEST.1674-862X.5030211>
- Marimin. (2017). *Sistem pendukung pengambilan keputusan*. 43218010035, 23–48.
- Matthews, R. (2008). *25 Gagasan Besar*. 339.
- Ratnida, S. (2020). Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Tumor Phyllodes pada Wanita Menggunakan Metode Dempster Shafer. *Journal of Information System Research*, 1(3), 199–208.
- Zarliani, W. O. Al. (2018). Media Agribisnis Media Agribisnis. *Media Agribisnis*, 2(1), 18–36.