

Implementasi Metode *Dempster-Shafer* untuk Diagnosis Penyakit pada Tanaman Kedelai

Rahmat Arbi Wicaksono¹, Nurul Hidayat², Indriati³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
E-mail : ¹rahmat.arbi@gmail.com, ²ntayadih@ub.ac.id, ³indriati.tif@ub.ac.id

Abstrak

Tanaman kedelai merupakan salah satu sumber komoditas pangan utama di Indonesia yang tidak hanya berfungsi sebagai bahan baku industri pangan tetapi juga industri non-pangan. Namun minimnya pengetahuan petani budidaya tanaman kedelai tentang beragam gejala dan jenis penyakit yang menyerang tanaman kedelai menjadi permasalahan yang berdampak negatif pada budidaya tanaman kedelai. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem yang dapat menyelesaikan masalah diagnosis penyakit tanaman kedelai secara cepat dan tepat. Pada penelitian ini penulis akan mengimplementasikan metode Dempster-shafer untuk melakukan diagnosis penyakit tanaman kedelai. Sistem diagnosis tanaman kedelai ini dapat mendeteksi 5 jenis penyakit dengan 16 gejala. Dari hasil pengujian akurasi terhadap 25 data kasus uji didapatkan nilai akurasi sistem sebesar 92%, sehingga dapat dikatakan bahwa sistem bekerja dengan cukup baik dan dapat diterapkan.

Kata kunci: *diagnosis, tanaman kedelai, Dempster-shafer*

Abstract

Soybean is one of the main sources of food commodities in Indonesia that not only serves as raw materials for the food industry but also non-food industries. But the lack of knowledge of farmers of soybeans crops about the various symptoms and types of diseases that attack soybean plants are problems that have a negative impact on soybean cultivation. Therefore needed a system that can solve problem of soybean disease diagnosis quickly and precisely. In this research, the writer will implement Dempster-shafer method to diagnose soybean plant disease. This soybean plant diagnosis system can detect 5 types of diseases with 16 symptoms. The results of accuracy tested on 25 data cases obtained an accuracy of 92%, so it can be said that the system works well enough and can be applied.

Keywords : *diagnose, soybeans, Dempster-shafer*

1. PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu komoditas yang mempunyai fungsi multiguna dan sumber utama minyak nabati dunia. Di Indonesia sendiri tanaman kedelai banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kecap, tahu, dan tempe. Kedelai memiliki arti penting sebagai sumber protein nabati untuk peningkatan gizi, selain itu kedelai dapat digunakan sebagai bahan pangan yang dapat menurunkan kolesterol darah, antioksidan, dan mencegah penyakit kanker. Oleh karena itu, kebutuhan kedelai akan terus meningkat seiring dengan kesadaran masyarakat tentang makanan sehat. Kacang kedelai sangat penting bagi masyarakat Indonesia karena

memiliki peran sebagai sumber protein yang murah (Aimon, 2014).

Namun, terdapat berbagai penyakit yang berpotensi mengganggu budi daya tanaman kedelai. Gangguan penyakit dapat menurunkan jumlah produksi dan kualitas hasil budi daya. Bahkan, beberapa penyakit dapat membuat tanaman kedelai membusuk atau mati sehingga menyebabkan gagal panen. Sementara itu, para petani harus menunggu pakar untuk dapat melakukan diagnosis dan memberi rekomendasi penanganan penyakit pada tanaman kedelai. Sehingga penanganan tidak dapat langsung dilakukan dengan cepat.

Berdasarkan masalah tersebut, seiring berkembangnya teknologi, perlu adanya pemanfaatan berupa perangkat lunak untuk mendiagnosis penyakit dan hama tanaman

kedelai berbasis web. Perangkat lunak ini diharapkan dapat membantu permasalahan para petani tanaman kedelai, dan juga membantu petani tanaman kedelai mendapatkan informasi berupa jenis-jenis gejala pada penyakit tanaman kedelai dengan mudah serta dapat menerapkan secara langsung cara penanggulangannya. Sehingga pada akhirnya dapat membantu meningkatkan produktivitas tanaman kedelai.

Penelitian sebelumnya menggunakan metode Dempster-shafer telah dilakukan oleh Prihastuti dengan judul “Sistem pakar untuk pendeteksian dan penanganan dini pada penyakit sapi dengan metode Dempster-shafer berbasis web”. Dalam penelitian tersebut menggunakan 3 data yang didapat dari pakar yaitu gejala, penyakit dan nilai densitas. Membahas tentang penyakit sapi sebanyak 30 penyakit. Hasil pengujian sangat baik, menunjukkan bahwa uji validasi fungsional sebesar 100% dan uji akurasi sebesar 88,89% dari 18 kasus. Penelitian lain yang berjudul “Prototype Sistem Pakar untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Koroner dengan Metode Dempster-Shafer” oleh Gustri, dimana masukkan sistem berupa gejala serta faktor resiko yang dimiliki pasien. Hasil ujicoba 10 kasus yang didapatkan dari Rekamedis RS.PKU Muhammadiyah Yogyakarta dengan persentase sebesar 100% dimana nilai kebenaran dari prediksi diagnosis sistem sesuai dengan pengetahuan yang dimiliki oleh pakar.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis akan mengimplementasikan metode Dempster-shafer untuk diagnosis penyakit tanaman kedelai dengan judul penelitian “Implementasi Metode Dempster-Shafer Untuk Diagnosis Penyakit Pada Tanaman Kedelai”. Diharapkan melalui penelitian ini dapat membantu para petani tanaman kedelai dalam mendiagnosis penyakit-penyakit yang menyerang tanaman kedelai sehingga dapat memberikan penanganan secara tepat.

2. DATA PENELITIAN

Pengumpulan data mengenai penyakit pada tanaman kedelai diperoleh dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur. Data yang diperoleh berupa 16 data gejala dan 5 data penyakit pada tanaman kedelai, penyebab serta tindakan penanganan atau pengendalian untuk setiap penyakit pada tanaman kedelai.

3. KEDELAI

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) merupakan komoditas pangan penghasil protein nabati yang sangat penting, baik karena kandungan gizinya, aman dikonsumsi, maupun harganya yang relatif murah dibandingkan dengan sumber protein hewani. Di Indonesia, kedelai umumnya dikonsumsi dalam bentuk pangan olahan seperti: tahu, tempe, kecap, tauco, susu kedelai, dan berbagai bentuk makanan ringan (Damardjati et al.2005).

Menurut Balai-balai penelitian dan pihak pengembang tanaman salah satu ancaman pengembangan tanaman kedelai adalah gangguan hama. Serangan hama dapat menurunkan hasil kedelai hingga 80% bahkan lebih jika tidak ada pengendalian yang serius, hal ini disebabkan karena lemahnya dalam identifikasi hama dan gejala serangan, dan tindakan pengendalian yang terlambat (Marwoto, 2007).

Tanaman kedelai umumnya tumbuh tegak, berbentuk semak, dan merupakan tanaman semusim. Morfologi tanaman kedelai didukung oleh komponen utamanya, yaitu akar, daun, batang, polong, dan biji sehingga pertumbuhannya bisa optimal (Wawan, 2006).

4. DEMPSTER-SHAFER

4.1 Metode Dempster-Shafer

Ada berbagai macam penalaran dengan model yang lengkap dan sangat konsisten, tetapi pada kenyataannya banyak permasalahan yang tidak dapat terselesaikan secara lengkap dan konsisten. Ketidakkonsistenan tersebut adalah akibat adanya penambahan fakta baru. Penalaran yang seperti itu disebut dengan penalaran non monotonis. Untuk mengatasi ketidakkonsistenan tersebut maka dapat menggunakan penalaran dengan teori Dempster-Shafer.

Secara umum teori Dempster-Shafer ditulis dalam suatu interval seperti pada Persamaan 1 dan Persamaan 2 (Sri Kusumadewi, 2003).

$$[\text{Belief}, \text{Plausibility}] \quad (1)$$

- Belief (Bel) adalah ukuran kekuatan evidence dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Jika bernilai 0 maka mengindikasikan bahwa tidak ada evidence dan jika bernilai 1 menunjukkan adanya kepastian.
- Plausibility (PI) dinotasikan sebagai persamaan $PI(s) = 1 - Bel(\neg s)$

Plausibility juga bernilai 0 sampai 1. Jika yakin akan $\neg s$, maka dapat dikatakan bahwa $Bel(\neg s) = 1$, dan $PI(s) = 0$.

Pada teori Dempster-Shafer dikenal adanya Frame of Discrement yang dinotasikan dengan θ . Frame ini merupakan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis.

Misalkan : $\theta = \{A,F,D,B\}$

Dengan :

- A = Alergi
- B = Bronkitis
- F = Flu
- D = Demam

Tujuannya adalah mengaitkan ukuran kepercayaan elemen–elemen θ . Tidak semua evidence secara langsung mendukung tiap–tiap elemen. Sebagai contoh, panas mungkin hanya mendukung $\{F,D,B\}$.

Untuk itu perlu adanya probabilitas fungsi densitas (m). Nilai m tidak hanya mendefinisikan elemen–elemen θ saja, namun juga semua subsetnya. Sehingga jika θ berisi n elemen, maka subset θ adalah 2^n . Kita harus menunjukkan bahwa jumlah semua m dalam subset θ sama dengan 1. Apabila tidak ada informasi apapun untuk memilih keempat hipotesis tersebut, maka nilai : $m\{\theta\} = 1,0$

Jika kemudian diketahui bahwa panas merupakan gejala dari flu, demam, bronchitis, dan Y juga merupakan subset dari θ dengan $m = 0,8$ maka :

$$m\{F,D,B\} = 0,8$$

$$m\{\theta\} = 1 - 0,8 = 0,2$$

Apabila diketahui X adalah subset dari θ , dengan m_1 sebagai fungsi densitasnya, dan Y juga merupakan subset dari θ dengan m_2 sebagai fungsi densitasnya, maka dapat dibentuk fungsi kombinasi m_1 dan m_2 sebagai m_3 sehingga didapatkan Persamaan 3.

$$m_i(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X)m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X)m_2(Y)} \quad (3)$$

Keterangan :

- M = Nilai Densitas (Kepercayaan)
- XYZ = Himpunan Evidence
- θ = Himpunan Kosong

4.2 Perhitungan Dempster-Shafer

Perhitungan Manual menggunakan metode Dempster-Shafer berfungsi untuk memberikan gambaran umum tentang sistem yang akan di bangun. Proses perhitungan manualisasi metode

Dempster-Shafer terdapat beberapa langkah. Contoh manualisasi akan di bagi 3 kasus, yaitu kasus 1 dengan perhitungan 1 gejala, kasus 2 dengan perhitungan 2 gejala dan kasus 3 dengan perhitungan 3 gejala.

Kasus 1 (1 Gejala)

Pada kasus ini akan diberikan contoh dengan memasukan 1 gejala. Perhitungan ini dimisalkan user memasukkan gejala bercak kecil, agak bulat, kering, berwarna coklat dikelilingi warna kuning

Gejala 1 : Bercak kecil, agak bulat, kering, berwarna coklat dikelilingi warna kuning

Dilakukan observasi bercak kecil, agak bulat, kering, berwarna coklat dikelilingi warna kuning sebagai gejala dari penyakit dengan nilai $m\{K\} = 0.6$, $m\{TS\} = 0.2$, $m\{HB\} = 0.2$ untuk m_1 nilai densitas yang terpilih adalah yang tertinggi, maka :

$$m_1\{K,TS,HB\} = 0.6$$

$$m_1\{\theta\} = 1 - 0.6 = 0.4$$

Dari perhitungan diatas dikarenakan gejala yang diambil hanya satu. Jadi hasil diagnosis dapat disimpulkan bahwa tanaman kedelai mengalami penyakit Karat.

Kasus 2 (2 Gejala)

Pada kasus ini akan diberikan contoh dengan memasukan 2 gejala. Perhitungan ini dimisalkan tanaman kedelai mengalami gejala daun berkerut, dan daun memiliki gambaran mozaik.

Gejala 1 : Daun Berkerut

Dilakukan observasi daun berkerut sebagai gejala dari penyakit dengan nilai densitas $m\{Karat\} = 0.2$, $m\{Virus Mosaik\} = 0.7$, untuk nilai densitas yang dipilih nilai tertinggi yang dapat dihitung dengan persamaan 2:

$$m_1\{K,VM\} = 0.7$$

$$m_1\{\theta\} = 1 - 0.7 = 0.3$$

Gejala 2 : Daun memiliki gambaran mozaik

Kemudian dilakukan penambahan gejala Daun memiliki gambaran mozaik, setelah diobservasi gejala tersebut sebagai gejala dari penyakit dengan nilai densitas $m\{Virus Mosaik\} = 0.8$, $m\{Hawar Batang\} = 0.4$, untuk m_2 nilai densitas yang terpilih yaitu nilai tertinggi yang dihitung dengan persamaan 2.2 :

$$m_2\{VM,HB\} = 0.8$$

$$m2\{\theta\} = 1 - 0.8 = 0.2$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas $m3$ dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Aturan kombinasi untuk $m3$ kasus 2

m1	m2	
	{VM,HB} = 0.8	{θ}= 0.2
{K,VM} = 0.7	{VM} = 0.56	{K,VM} = 0.14
{θ}=0.3	{VM,HB}= 0.24	θ = 0.06

Sehingga dapat dihitung dengan persamaan 3:

$$m3\{VM\} = \frac{0.56}{1-0} = 0.56$$

$$m3\{VM,HB\} = \frac{0.24}{1-0} = 0.24$$

$$m3\{K,VM\} = \frac{0.14}{1-0} = 0.14$$

$$m3\{\theta\} = \frac{0.06}{1-0} = 0.06$$

Dari hasil perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer*, nilai densitas paling tinggi adalah 0.56 dapat disimpulkan penyakit yang di alami tanaman kedelai adalah penyakit **Virus Mosaik**.

Kasus 3 (3 Gejala)

Pada kasus ini akan diberikan contoh dengan memasukan 3 gejala dengan mengacu pada tabel 4.6. Perhitungan ini dimisalkan tanaman kedelai mengalami gejala bercak kecil menyebabkan daun berlubang, tepi daun mengalami klorosis, dan biji mengecil.

Gejala 1 : Bercak coklat muda atau putih pada daun

Dilakukan observasi bercak coklat muda atau putih pada daun sebagai gejala dari penyakit dengan nilai densitas $m\{\text{Pustul Bakteri}\} = 0.6$, $m\{\text{Target Spot}\} = 0.1$, untuk nilai densitas yang dipilih nilai tertinggi yang dapat dihitung dengan persamaan 2.2 :

$$m1\{PB,TS\} = 0.6$$

$$m1\{\theta\} = 1 - 0.6 = 0.4$$

Gejala 2 : Tepi daun mengalami klorosis

Penambahan gejala ke dua dan dilakukan observasi tepi daun mengalami klorosis sebagai gejala dari penyakit dengan nilai densitas $m\{\text{Target Spot}\} = 0.8$, $m\{\text{Virus Mosaik}\} = 0.2$, untuk nilai densitas yang dipilih nilai tertinggi yang dapat dihitung dengan persamaan 2.2 :

$$m2\{TS,VM\} = 0.8$$

$$m2\{\theta\} = 1 - 0.8 = 0.2$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas $m3$ dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Aturan kombinasi untuk $m3$ kasus 3

m1	m2	
	{TS,VM} = 0.8	{θ}= 0.2
{PB,TS} = 0.6	{TS} = 0.48	{PB,TS} = 0.12
{θ}=0.4	{TS,VM}= 0.32	θ = 0.08

Sehingga dapat dihitung dengan persamaan 3 :

$$m3\{TS\} = \frac{0.48}{1-0} = 0.48$$

$$m3\{TS,VM\} = \frac{0.32}{1-0} = 0.32$$

$$m3\{PB,TS\} = \frac{0.12}{1-0} = 0.12$$

$$m3\{\theta\} = \frac{0.06}{1-0} = 0.08$$

Gejala 3 : Biji mengecil

Penambahan gejala ke tiga dan dilakukan observasi biji mengecil sebagai gejala dari penyakit dengan nilai densitas $m\{\text{Pustul Bakteri}\} = 0.7$, $m\{\text{Virus Mosaik}\} = 0.3$, untuk nilai densitas yang dipilih nilai tertinggi yang dapat dihitung dengan persamaan 3 :

$$m4\{PB,VM\} = 0.7$$

$$m4\{\theta\} = 1 - 0.7 = 0.3$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas $m5$ dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Aturan kombinasi untuk $m5$ kasus 3

m3	m4	
	{PB,VM} = 0.7	{θ}= 0.3
{TS} = 0.48	{θ} = 0.336	{TS} = 0.144
{TS,VM}= 0.32	{VM}= 0.224	{TS,VM} = 0.072
{PB,TS}=0.12	{PB}=0.084	{PB,TS}=0.036
{θ}=0.08	{PB,VM}=0.056	{θ}=0.024

Sehingga dapat dihitung dengan persamaan 3 :

$$m3\{VM\} = \frac{0.224}{1-0.336} = 0.337$$

$$m3\{PB\} = \frac{0.084}{1-0.336} = 0.126$$

$$m3\{PB,VM\} = \frac{0.056}{1-0.336} = 0.084$$

$$m3\{TS\} = \frac{0.144}{1-0.336} = 0.216$$

$$m3\{TS,VM\} = \frac{0.072}{1-0.336} = 0.108$$

$$m3\{PB,TS\} = \frac{0.036}{1-0.336} = 0.054$$

$$m3\{\emptyset\} = \frac{0.024}{1-0.336} = 0.036$$

Dari hasil perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer*, nilai densitas paling tinggi adalah 0.337 dapat disimpulkan penyakit yang di alami tanaman kedelai adalah penyakit **Virtual Mosaik**.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kecocokan hasil diagnosis penyakit pada tanaman kedelai menggunakan metode *Dempster-shafer*. Pengujian akurasi dilakukan dengan cara membandingkan data hasil diagnosis sistem dengan hasil diagnosis pakar. Hasil pengujian akurasi sistem terhadap 25 sampel data yang telah diuji ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4 Pengujian Akurasi Hasil Diagnosis Sistem dengan Hasil Diagnosis Pakar

No	Gejala yang diderita	Hasil diagnosi s sistem	Hasil diagnosi s pakar	Ak ura si
1	Daun berkerut Bentuk bercak bersudut pada daun	Karat	Karat	1
2	Bercak coklat muda atau putih pada daun Daun berkerut Daun memiliki gambaran mozaik	Virus Mosaik	Virus Mosaik	1
3	Bercak coklat pada pangkal batang dan menyebar Tanaman layu	Hawar Batang	Hawar Batang	1
4	Bercak kecil, agak bulat, kering, berwarna coklat dikelilingi warna kuning Bercak hijau pucat pada daun	Pustul Bakteri	Karat	0
5	Bercak berisi uredia pada daun Bercak kecil, agak bulat, kering, berwarna coklat dikelilingi warna kuning	Karat	Karat	1
6	Miselium di pangkal batang Bercak coklat kemerahan pada batang	Hawar Batang	Hawar Batang	1
7	Bercak berisi uredia pada daun	Karat	Karat	1

	Bercak coklat muda atau putih pada daun Daun berkerut Bercak kecil menyebabkan daun berlubang			
8	Bercak kecil, agak bulat, kering, berwarna coklat dikelilingi warna kuning Bentuk bercak bersudut pada daun	Karat	Hawar Batang	0
9	Biji mengecil Miselium di pangkal batang	Hawar Batang	Hawar Batang	1
10	Tepi daun mengalami klorosis Biji mengecil	Virus Mosaik	Virus Mosaik	1
11	Daun memiliki gambaran mozaik Bentuk bercak bersudut pada daun Tanaman layu	Hawar Batang	Hawar Batang	1
12	Biji memiliki bercak coklat kemerahan Miselium di pangkal batang Tanaman layu	Hawar Batang	Hawar Batang	1
13	Biji memiliki bercak coklat kemerahan Bercak coklat pada pangkal batang dan menyebar	Virus Mosaik	Virus Mosaik	1
14	Bercak berisi uredia pada daun Bercak coklat pada pangkal batang dan menyebar	Karat	Karat	1
15	Bercak kecil, agak bulat, kering, berwarna coklat dikelilingi warna kuning Tanaman layu	Hawar Batang	Hawar Batang	1
16	Bercak kecil, agak bulat, kering, berwarna coklat dikelilingi warna kuning Daun berkerut Biji memiliki bercak coklat kemerahan	Virus Mosaik	Virus Mosaik	1
17	Tepi daun mengalami klorosis Biji mengecil Bercak coklat kemerahan pada batang	Virus Mosaik	Virus Mosaik	1
18	Bercak hijau pucat pada daun Bercak coklat muda atau putih pada daun	Pustul Bakteri	Pustul Bakteri	1
19	Bercak berisi uredia pada daun Tanaman layu	Karat	Karat	1
20	Bercak berisi uredia pada daun Biji mengecil	Virus Mosaik	Virus Mosaik	1

	Biji memiliki bercak coklat kemerahan			
21	Bercak hijau pucat pada daun Miselium di pangkal batang Tanaman layu	Hawar Batang	Hawar Batang	1
22	Bercak hijau pucat pada daun Biji mengecil	Pustul Bakteri	Pustul Bakteri	1
23	Bercak hijau pucat pada daun Bercak coklat pada pangkal batang dan menyebar Bercak coklat kemerahan pada batang	Pustul Bakteri	Pustul Bakteri	1
24	Bercak berisi uredia pada daun Daun berkerut Bercak coklat kemerahan pada batang	Karat	Karat	1
25	Daun berkerut Tepi daun mengalami klorosis	Virus Mosaik	Virus Mosaik	1

Hasil pengujian akurasi bernilai 1 apabila hasil diagnosis sistem sama dengan hasil diagnosis secara manual oleh pakar. Sebaliknya, hasil akurasi bernilai 0 apabila hasil diagnosis sistem tidak sama dengan hasil diagnosis oleh pakar. Berdasarkan Tabel 6.1 telah dilakukan perhitungan akurasi menggunakan 25 sampel data uji penyakit pada tanaman kedelai dan menghasilkan nilai akurasi sesuai perhitungan yang merujuk pada persamaan berikut :

$$\text{Nilai akurasi} = \frac{\text{Jumlah data akurat}}{\text{jumlah seluruh data}} \times 100\%$$

$$\text{Nilai akurasi} = \frac{23}{25} \times 100\% = 92\%$$

Jadi dapat disimpulkan bahwa akurasi sistem diagnosis penyakit pada tanaman kedelai menggunakan metode *Dempster-shafer* berdasarkan 25 data yang telah diuji mempunyai tingkat akurasi keberhasilan sebesar 92% yang menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan diagnosis pakar.

6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian yang dilakukan, maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem diagnosis penyakit pada tanaman kedelai menggunakan metode *Dempster-shafer* dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk mendiagnosis penyakit pada

tanaman kedelai. Sistem diimplementasikan dengan menggunakan gejala penyakit pada tanaman kedelai dengan memberikan nilai densitas yang digunakan sebagai ukuran untuk perhitungan dalam menentukan penyakit.

2. Berdasarkan hasil pengujian sistem terhadap 25 kasus uji menunjukkan akurasi sebesar 92%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem sudah cukup baik dan dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman kedelai. Ketidakakuratan sistem sebesar 8%, dikarenakan perhitungan yang dilakukan menggunakan metode *Dempster-shafer* yang menggunakan nilai tertinggi tanpa adanya optimasi nilai densitas pada setiap gejala.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Khaeruni, Abdul Rahman. 2012. Penggunaan Bakteri Kitinolitik sebagai Agens Biokontrol Penyakit Busuk Batang *Rhizoctonia solani* pada Tanaman Kedelai. Universitas Haluoleo. Kendari.
- Anne E. Dorrance and Dennis R. Mills. 2009. *Charcoal Rot of Soybeans*. Department of Plant Pathology. The Ohio State University.
- Craig Grau. 2006. *Stem Canker of Soybean*. Dept. Of Plant Pathology. University of WI-Madison.
- Djoko Widodo. 1987. Hama dan Penyakit Kedelai. Penerbit Pustaka Buana. Bandung.
- Gustri, Elyza, 2013. *Prototype Sistem Pakar untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Koroner dengan Metode Dempster-Shafer* (Studi Kasus: RS. PKU Muhammadiyah Yogyakarta). Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Halomoan, Tri. 2014. Implementasi *Modified K-Nearest Neighbor* Dengan Otomatisasi Nilai K Pada Pengklasifikasian Penyakit Tanaman Kedelai. Universitas Brawijaya Malang.
- Hidayati, Iswari Nur, 2010. Pemanfaatan Teori Bukti *Dempster-Shafer* Untuk Optimalisasi Penggunaan Lahan Berdasarkan Data Spasial dan Citra Multisumber. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.

- Marwoto. 2007. Dukungan Pengendalian Hama Terpadu dalam Program Bangkit Kedelai. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Marwoto. 2011. Masalah Hama, Penyakit, dan Hara pada Tanaman Kedelai (Identifikasi dan Pengendaliannya). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Dipa Balitkabi.
- Prihastuti, Mustikadewi, 2010. Aplikasi Sistem Pakar Untuk Pendeteksian Dan Penanganan Dini Pada Penyakit Sapi Dengan Metode *Dempster-Shafer* Berbasis Web. Malang: Universitas Brawijaya.
- Sri Kusumadewi, 2003. *Artificial Intelligence* (Teknik dan Aplikasinya). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sulistiyohati, Aprilia, 2008. Aplikasi Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ginjal dengan Metode *Dempster-Shafer*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Taufiqillahi. 2016. Implementasi Metode *Dempster-Shafer* Untuk Diagnosis Penyakit Gigi Dan Mulut. Universitas Brawijaya Malang.
- Wawan Irwan, Aep. 2006. Budidaya Tanaman Kedelai. Universitas Padjadjaran Bandung.