

Implementasi metode *Dempster-Shafer* dalam diagnosa penyakit pada tanaman Cabai Merah Keriting

Agusta Rakhmat Taufani¹, Harits Ar Rosyid², Khoirudin Asfani³

1. Universitas Negeri Malang, Indonesia | agusta.rakhmat.ft@um.ac.id
2. Universitas Negeri Malang, Indonesia | harits.ar.ft@um.ac.id
3. Universitas Negeri Malang, Indonesia | khoirudin.asfani.ft@um.ac.id

Abstrak

Komoditas cabai terdiri dari berbagai varian, yaitu cabai besar yang terdiri dari cabai merah besar dan cabai merah keriting, serta cabai rawit yang terdiri dari cabai rawit hijau dan cabai rawit merah. Di antara varian tersebut, cabai merah keriting adalah cabai yang paling sering dikonsumsi oleh masyarakat. Sepanjang 2015-2016 cabai merah dan cabai rawit berkontribusi terhadap inflasi nasional. Dengan kondisi tersebut, para petani khususnya petani tanaman cabai merah keriting harus terus berinovasi agar produksinya terus meningkat. Perkembangan budidaya tanaman ini juga terus meningkat sehingga terjadi kompetisi yang semakin ketat. Permasalahannya, semakin banyak petani yang mencoba membudidayakan tanaman tersebut tidak diimbangi dengan pengetahuan mengenai cara penanganan apabila terserang penyakit. Banyak kendala yang dihadapi para petani dalam proses menanam atau budidayanya, salah satunya penyakit yang menyerang tanaman tersebut. Hama penyakit tanaman ini merupakan OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) yang harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi kondisi maupun produktifitasnya. Organisme Pengganggunya selain sebagai hama juga sebagai vektor pembawa penyakit. Dalam penelitian kali ini, sistem dikembangkan menggunakan metode *Dempster-Shafer* sebagai media diagnosis penyakit tanaman cabai merah keriting. Tujuan dari penelitian ini untuk membantu pengguna sistem khususnya para petani tanaman jenis tersebut agar dapat mengetahui atau mengidentifikasi penyakit ketika terkena penyakit serta cara menanggulungnya. Dari kasus uji coba yang telah dilakukan, didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa aplikasi berfungsi dengan baik sesuai dengan metode *Dempster-shafer* dengan teknik inferensi *forward chaining*.

Kata Kunci

Cabai Merah Keriting, *Dempster-Shafer*, Penyakit

1. Pendahuluan

Cabai (*Capsium annum* L.) adalah komoditas sayuran yang banyak mendapatkan perhatian karena memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Kebutuhan cabai setiap waktu semakin meningkat linier dengan perkembangan industri yang membutuhkan bahan baku cabai, tanaman ini menjadi salah satu jenis tanaman yang sangat dibutuhkan di Indonesia karena mayoritas penduduknya menyukai makanan pedas (Yanuarti, 2016). Beberapa tahun terakhir ini sudah banyak petani yang mulai menanam cabai sebagai salah satu alternatif dalam bercocok tanam.

Cabai Merah Keriting (*Capsicum annum* L.) merupakan tanaman perdu dari family terong-terongan. Cabai berasal dari benua Amerika tepatnya daerah Peru dan menyebar ke Negara-negara benua Amerika, Eropa dan Asia termasuk Indonesia. Cabai merah keriting merupakan tanaman musiman yang berkayu, tumbuh di daerah dengan iklim tropis. Tanaman ini dapat tumbuh di dataran tinggi maupun dataran rendah. Hampir semua jenis tanah yang cocok untuk budidaya tanaman pertanian, cocok pula bagi tanaman cabai merah keriting. Untuk mendapatkan kuantitas dan kualitas hasil yang tinggi, cabai merah keriting cocok dengan tanah yang subur, gembur, kaya akan organik, tidak mudah becek (menggenang), bebas cacing (nematoda) dan penyakit tular tanah. Kisaran pH tanah yang ideal adalah 5,5 – 6,8.

Cabai merah keriting (*Capsicum annum* L.) adalah tanaman yang termasuk ke dalam keluarga tanaman Solanaceae. Cabai mengandung senyawa kimia yang dinamakan capsaicin (8methyl-N-vanillyl-6-nonenamide). Selain itu, terkandung juga berbagai senyawa yang mirip dengan capsaicin, yang dinamakan capsaicinoids. Buah cabai merupakan buah buni dengan bentuk garis lanset, merah cerah, dan rasanya pedas. Daging buahnya berupa keping-keping tidak berair. Bijinya berjumlah banyak serta terletak di dalam ruangan buah. Secara umum cabai memiliki banyak kandungan gizi dan vitamin, diantaranya kalori, protein, lemak, karbohidrat, kalsium, vitamin A, B1, dan vitamin C.

Cara perawatan yang salah atau tidak sesuai dengan standart yang ada, dapat mengakibatkan tanaman cabai rentan terkena hama penyakit dan dapat mengakibatkan hasil panen tidak bisa maksimal, hasil penjualan yang rendah dan bahkan bisa mengakibatkan gagal panen. Hama utama pada tanaman cabai antara lain ulat hama, ulat grayak, kutu daun, thrips, tungau, lalat buah hama tersebut yang bisa mengakibatkan tanaman cabai terkena penyakit. Penyakit utama pada tanaman cabai antara lain adalah busuk buah, bercak daun, layu fusarium, serta penyakit virus.

Di Indonesia mulai banyak petani yang membudidayakan cabai merah. Banyak petani Indonesia yang membudidayakan tanaman cabai untuk rotasi dalam bercocok tanam atau menjadi mata pencaharian. Permasalahannya masih banyak petani yang belum dapat

menanam tanaman cabai sesuai dengan standar yang ada, yang berakibat terserangnya tanaman oleh hama dan penyakit, kebanyakan tidak mengetahui dengan pasti jenis penyakit dan hama yang sedang mengenai cabai. Kebanyakan petani akan menduga-duga penyakit apa yang sedang menyerang tanaman cabai dan mencoba alternatif pengobatan sehingga berakibat para petani merugi, karena tanamannya mati, harga jual yang rendah dan hasil panen yang sedikit. Oleh karena itu petani membutuhkan sebuah ilmu pengetahuan dari pakar untuk meningkatkan kualitas dalam menanam dan juga bisa meningkatkan harga jual tanaman cabai merah keriting.



Gambar 1. Cabai Merah Keriting (Sumber: stoqo.com)

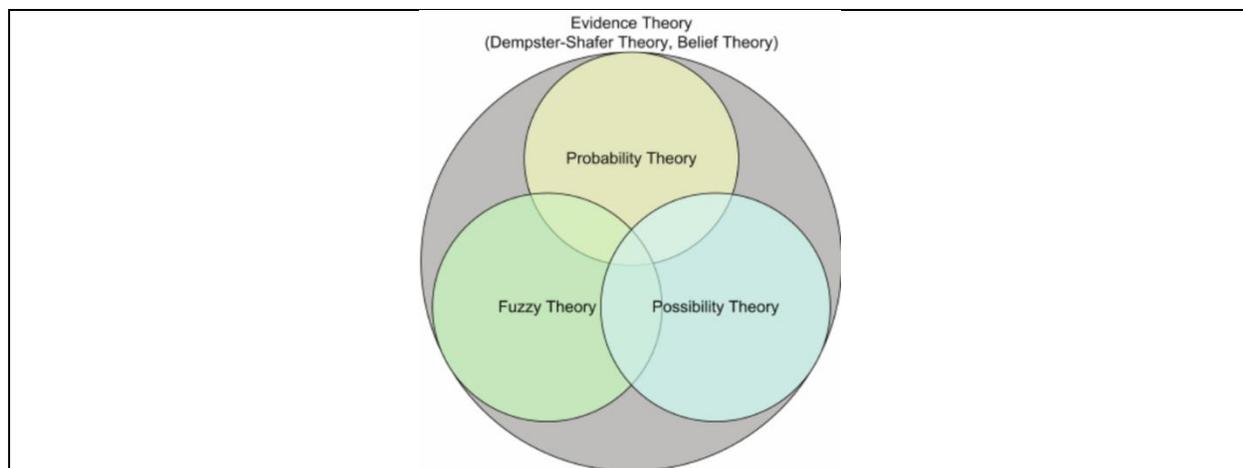
Usaha tani cabai merah keriting akan mencapai keberhasilan, selain dipengaruhi oleh teknik budidaya yang tepat dan efektif, juga dipengaruhi oleh pengelolaan yang efektif selama periode pascapanen. Periode pasca panen adalah mulai dari produk tersebut dipanen sampai produk tersebut dikonsumsi atau diproses lebih lanjut. Cara penanganan dan perlakuan pascapanen sangat menentukan mutu yang diterima konsumen dan juga masa simpan atau masa pasar. Namun demikian, periode pascapanen tidak bisa terlepas dari sistem produksi, bahkan sangat tergantung dari sistem produksi dari produk tersebut. Cara memproduksi yang tidak baik mengakibatkan mutu panen tidak baik pula. Sistem pascapanen hanyalah bertujuan untuk mempertahankan mutu produk yang dipanen (kenampakan, tekstur, cita rasa, nilai nutrisi dan keamanannya) dan memperpanjang masa simpan dan masa pasar.

Banyak gejala penyakit yang terdapat pada cabe merah keriting. Beberapa gejala yang terjadi antara lain :

1. Bercak coklat kehitaman pada permukaan buah.
2. Bercak menjadi lunak.
3. Terdapat kumpulan titik-titik hitam.
4. Buah keriput dan mengering.
5. Warna kulit buah menjadi seperti jerami padi.
6. Bercak kecil yang berbentuk bulat dan kering.

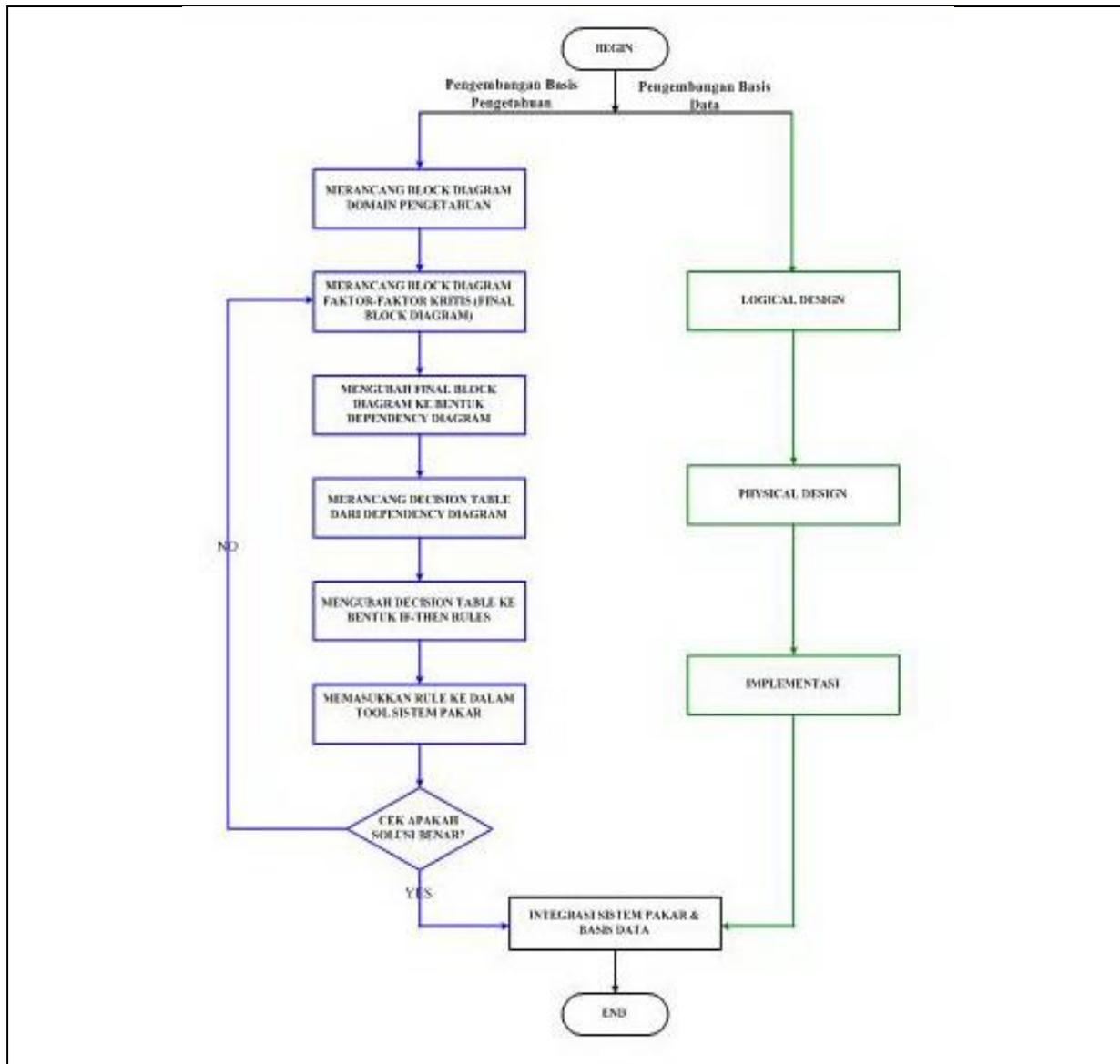
7. Bercak meluas sampai garis tengahnya 0,5 cm dengan pusat bercak berwarna pucat putih, tepi bercak berwarna gelap.
8. Daun menguning kemudian meluas dan gugur.
9. Daun bagian bawah mulai layu.
10. Anak tulang daun menguning.
11. Tanaman menjadi layu.
12. Jaringan akar dan pangkal batang berwarna coklat.
13. Warna tulang daun berubah menjadi kuning terang.
14. Tulang daun menebal dan daun menggulung ke atas.
15. Daun mengecil dan berwarna kuning terang.
16. Produksi buah menurun dan lama kelamaan tidak berbuah.
17. Tanaman tumbuh kerdil.
18. Tanaman mati.

Metode *Dempster-Shafer* pertama kali diperkenalkan oleh Dempster, yang melakukan percobaan model ketidakpastian dengan *range probabilities* dari pada sebagai probabilitas tunggal. Kemudian pada tahun 1976 Shafer mempublikasikan teori Dempster itu pada sebuah buku yang berjudul *Mathematical Theory of Evidence* (Kusrini, 2007). *Dempster-Shafer Theory of Evidence*, menunjukkan suatu cara untuk memberikan bobot keyakinan sesuai fakta yang dikumpulkan. Pada teori ini dapat membedakan ketidakpastian dan ketidaktahuan. Teori *Dempster-Shafer* adalah representasi, kombinasi dan propogasi ketidakpastian, di mana teori ini memiliki beberapa karakteristik yang secara instutitif sesuai dengan cara berfikir seorang pakar, namun dasar matematika yang kuat. Pada gambar 2 menunjukkan teori yang menjelaskan tentang Dempster-Shafer.



Gambar 2. *Evidence Theory* (Sumber: Lohweg dkk, 2011)

Tujuan dari penelitian ini untuk membantu pengguna sistem khususnya para petani tanaman jenis tersebut agar dapat mengetahui atau mengidentifikasi penyakit ketika terkena penyakit serta cara menanggulungnya. Hasil penelitian ini memberikan kemudahan pada petani dan sub ordinatnya dalam menentukan diagnosa penyakit pada tanaman cabai merah keriting sesuai kadar penyakitnya.



Gambar 3. Flowchart Metode Penelitian

2. Metode

Tahap pengembangan sistem terbagi atas pengembangan basis pengetahuan dan pengembangan basis data seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

1. Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan untuk pemahaman, formulasi, dan penyelesaian masalah. Komponen sistem pakar ini disusun atas dua elemen dasar yaitu fakta dan aturan. Fakta merupakan informasi tentang objek dalam area permasalahan tertentu, sedangkan aturan merupakan informasi tentang cara bagaimana memperoleh fakta baru dan fakta yang telah diketahui (Arhami, 2005). Basis pengetahuan berisi pengetahuan-pengetahuan dalam penyelesaian masalah. Ada 2 bentuk pendekatan basis pengetahuan:

- a. Penalaran berbasis aturan (*rule-based reasoning*)
- b. Penalaran berbasis kasus (*case-based reasoning*)

2. Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan adalah akumulasi, transfer dan transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari sumber pengetahuan ke dalam program komputer. Terdapat tiga metode utama dalam akuisisi pengetahuan, yaitu Wawancara, Analisis Protokol dan Observasi pada pekerjaan pakar.

3. Representasi Pengetahuan

Agar pengetahuan dapat digunakan dalam sistem, pengetahuan harus direpresentasikan dalam format tertentu yang kemudian dihimpun dalam suatu basis pengetahuan. Representasi pengetahuan merupakan metode yang digunakan untuk mengodekan pengetahuan dalam sebuah sistem pakar yang berbasis pengetahuan yang dimaksudkan untuk menangkap sifat-sifat penting masalah dan membuat informasi itu dapat diakses oleh prosedur pemecahan masalah (Kusrini, 2008). Beberapa model representasi pengetahuan yang penting, di antaranya : logika, jaringan semantik, Pohon (*Tree*), bingkai (*Frame*), Naskah (*Script*), dan kaidah produksi.

4. Model Logika

Logika merupakan suatu pengkajian ilmiah tentang serangkaian penalaran, sistem kaidah, dan prosedur yang membantu proses penalaran. Dalam melakukan penalaran, komputer harus dapat menggunakan proses penalaran deduktif dan induktif ke dalam bentuk yang sesuai dengan manipulasi komputer (Kusrini, 2006). Berikut contoh penalaran logika.

Premis 1 : Anak tulang daun mengering

Premis 2 : Bercak menjadi lunak

Premis 3 : Buah keriput dan mengering

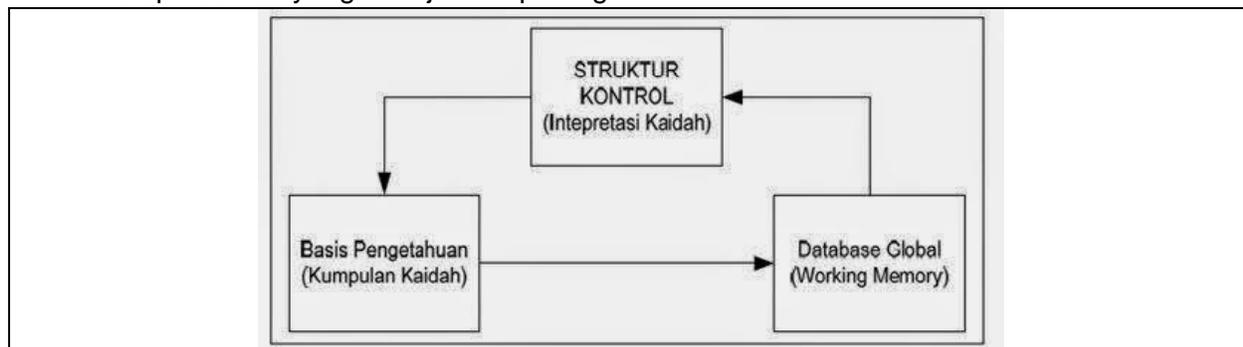
Konklusi : Busuk Buah.

5. Implementasi dan Pengujian Unit

Pada tahap ini, dilakukan pembangunan sistem berdasarkan definisi kebutuhan dan rancangan sistem. Sistem ini dibangun berbasis *standalone*, menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic (Sinaga dkk, 2016). Pada sisi penyimpanan menggunakan MSAccess. Sistem yang dibangun kemudian diuji sebagai unit-unit program yang terpisah. Pengujian yang dilakukan, melibatkan komponen berikut ini :

a. Representasi Pengetahuan.

Implementasi metode *dempster-shafer* dalam diagnosa penyakit pada tanaman cabai merah keriting, digunakan model logika induktif untuk merepresentasi pengetahuan yang didapat. Metode logika induktif digunakan dengan alasan pengetahuan hanya melibatkan analisis matematis sederhana dan tidak membutuhkan data yang besar sehingga tidak perlu dikhawatirkan terjadi *inefficient* dan kerja lambat pada sistem. Karena sistem bekerja dari fakta-fakta khusus untuk mengambil sebuah kesimpulan umum, maka digunakan penalaran induktif. Representasi Pengetahuan sistem produksi digunakan pada penggabungan ini, dengan alasan terdapat Database global berupa gejala penyakit dikombinasi dengan kaidah produksi yang mempunyai bagian kondisi (IF) yang disebut bagian kanan dan aksi (THEN) yang disebut bagian kiri. Setelah itu diaplikasikan pada sistem kontrol yang berfungsi sebagai pengontrol urutan di mana kaidah-kaidah produksi dipicu dan menyelesaikan konflik jika lebih dari satu kaidah yang diaplikasikan yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Konsep Pembagian Pengetahuan

Secara umum teori *Dempster-Shafer* ditulis dalam suatu interval: [Belief, Plausibility]. 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 (Pls) akan mengurangi tingkat kepastian dari evidence. Plausibility bernilai 0 sampai 1. Jika yakin akan X' , maka dapat dikatakan bahwa $Bel(X') = 1$, sehingga rumus di atas nilai dari $Pls(X) = 0$.

$$Bel(X) = \sum_{Y \in X} m(Y) \quad \text{Pers. (1)}$$

Dan Plausibility dinotasikan pada persamaan (2)

$$Pls(X) = 1 - Bel(X) = 1 - \sum_{Y \in X} m(X) \quad \text{Pers. (2)}$$

di mana:

Bel(X) = Belief (X)

Pls(X) = Plausibility (X)

m(X) = mass function dari (X)

m(Y) = mass function dari (Y)

Teori *Dempster-Shafer* menyatakan adanya *frame of discrement* yang dinotasikan dengan simbol (Θ). *Frame of discrement* merupakan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis sehingga sering disebut dengan *environment* yang ditunjukkan pada persamaan (3):

$$\Theta = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N\} \quad \text{Pers. (3)}$$

Di mana:

Θ = *frame of discrement* atau *environment*

$\theta_1, \dots, \theta_N$ = element/ unsur bagian dalam *environment*

Environment mengandung elemen-elemen yang menggambarkan kemungkinan sebagai jawaban, dan hanya ada satu yang akan sesuai dengan jawaban yang dibutuhkan. Kemungkinan ini dalam teori *Dempster-Shafer* disebut dengan *power set* dan dinotasikan dengan $P(\Theta)$, setiap elemen dalam *power set* ini memiliki nilai interval antara 0 sampai 1.

$m : P(\Theta) [0,1]$

Sehingga dapat dirumuskan pada persamaan (4) :

$$\sum_{X \in P(\Theta)} m(X) = 1 \quad \text{Pers. (4)}$$

Mass function (m) dalam teori *Dempster-shafer* adalah tingkat kepercayaan dari suatu evidence (gejala), sering disebut dengan evidence measure sehingga dinotasikan dengan (m). Tujuannya adalah mengaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen θ . Tidak semua evidence secara langsung mendukung tiap-tiap elemen. 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 . Jumlah semua m dalam subset θ sama dengan 1. Apabila tidak ada informasi apapun untuk memilih hipotesis, maka nilai:

$$m\{\theta\} = 1,0$$

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 , yaitu ditunjukkan pada persamaan (5):

$$M_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X).m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X).m_2(Y)} \quad \text{Pers. (5)}$$

di mana :

$m_3(Z)$ = mass function dari evidence (Z)

$m_1(X)$ = mass function dari evidence (X), yang diperoleh dari nilai keyakinan suatu evidence dikalikan dengan nilai disbelief dari evidence tersebut.

$m_2(Y)$ = mass function dari evidence (Y), yang diperoleh dari nilai keyakinan suatu evidence dikalikan dengan nilai disbelief dari evidence tersebut.

$\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X).m_2(Y)$ = nilai kekuatan dari evidence Z yang diperoleh dari kombinasi nilai keyakinan sekumpulan evidence.

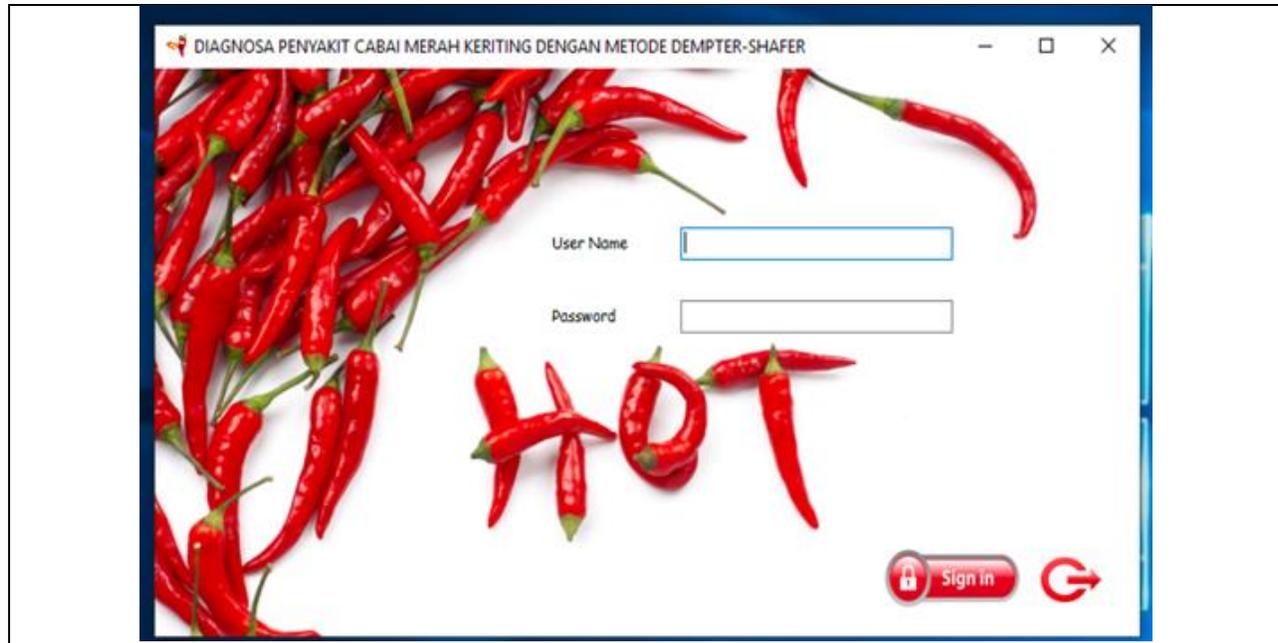
b. Inferensi

Teknik inferensi yang digunakan adalah teknik inferensi runut maju (*forward chaining*). Hal ini dapat dilihat saat *user* melakukan serangkaian pilihan gejala secara berurutan. Proses pemilihan dimulai dari beberapa gejala yang terjadi. Kemudian hasil dari penelusuran ini akan dikombinasikan dari berbagai nilai bobot gejala penyakit sehingga dapat menghasilkan beberapa kesimpulan. Kesimpulan yang dapat diperoleh adalah jenis penyakit dan saran yang dilakukan.

6. Integrasi dan Pengujian Sistem

Pada tahap ini, satuan unit program diintegrasikan, kemudian diuji sebagai satu sistem yang utuh. Pengujian bertujuan untuk memastikan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan dan melihat kinerja dari penerapan aplikasi.

Teknik pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut.



Gambar 5. Form Log In

Pada form ini terdiri dari 3 domain yaitu: admin, pakar, dan user.



Gambar 6. Antarmuka Halaman Menu Utama

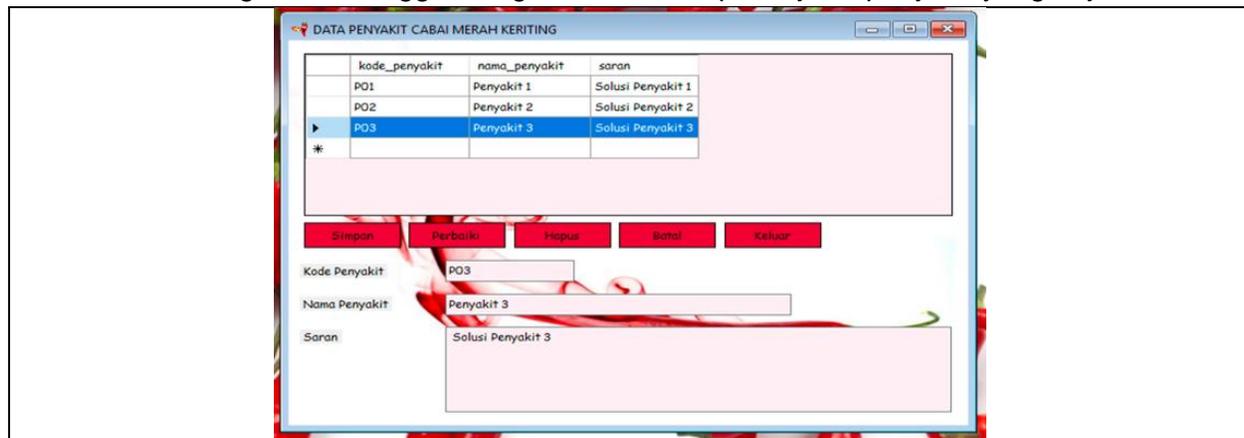
Berdasarkan domainnya, antarmuka menu utama pada gambar 6 menunjukkan opsi yang bisa dilakukan oleh tiap domain tersebut untuk penelusuran penyakit cabai merah keriting sehingga mendapatkan hasil diagnosa yang diberikan oleh sistem.

7. Penggunaan dan Pemeliharaan

Pada tahap ini, sistem yang dibuat telah diimplementasikan atau dioperasikan secara nyata oleh pengguna. Pemeliharaan sistem dilakukan jika ditemui *error* yang belum ditemui pada tahap pengujian sistem sebelumnya.

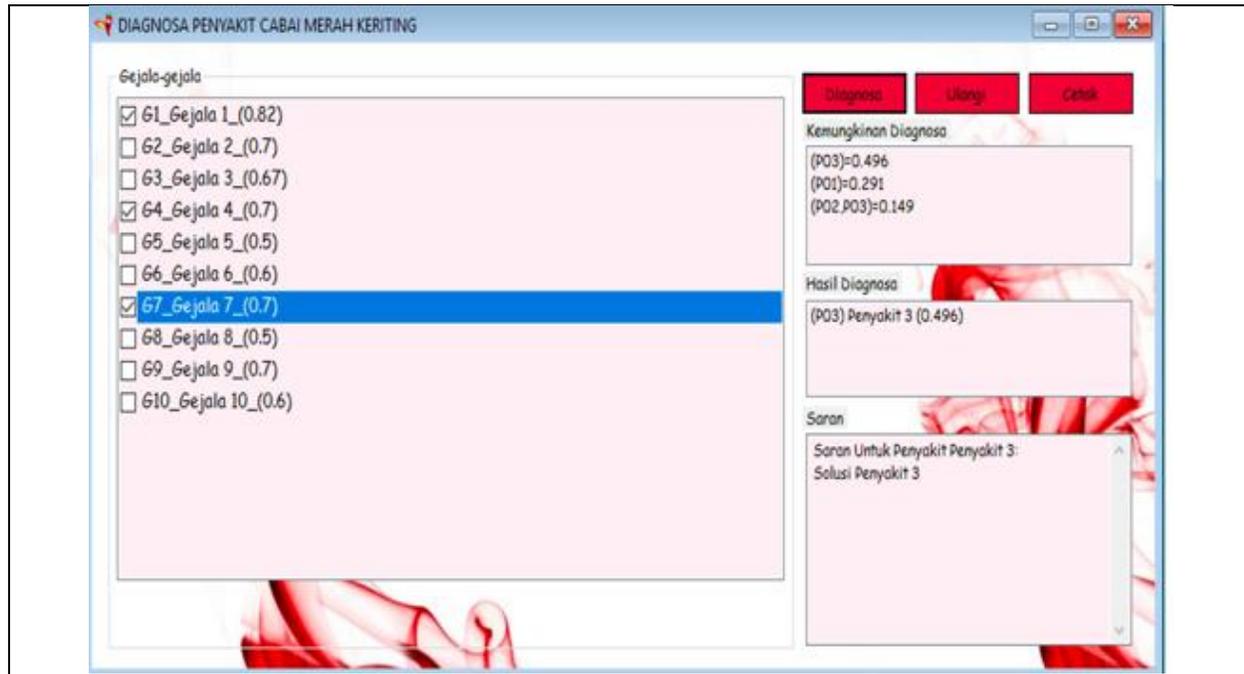
3. Hasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi berfungsi dengan baik sesuai dengan metode Dempster-shafer dengan teknik inferensi forward chaining. Pengujian Pada Gambar 7 menunjukkan model hubungan antar berbagai gejala yang terjadi pada cabai merah keriting. Kaidah/Aturan digunakan hingga menghasilkan kesimpulan jenis penyakit yang terjadi.



Gambar 7. Kaidah Aturan Gejala Penyakit Cabai

Pada gambar 8 menunjukkan Penerapan inferensi runut maju (*forward chaining*). Forward Chaining dan *Dempster-Shafer* diterapkan pada sistem diagnosis penyakit tanaman cabai merah keriting dengan memberikan informasi mengenai gejala, jenis penyakit dan solusi pencegahan penyakit tanaman tersebut. Memasukkan fakta tentang gejala pada tanaman cabai merah keriting dengan menggunakan Forward Chaining. Kemudian dilakukan proses pencarian dari masukan gejala yang telah disimpan pada basis data, kemudian diambil nilai bobotnya, maka dilakukan hipotesa yaitu proses perhitungan hasil Dempster-Shafer yang kemudian dijadikan kesimpulan sehingga dengan menggunakan sistem ini petani bisa mengurangi resiko kerugian dalam menanam cabai.



Gambar 8. Penerapan Inferensi Runut Maju (*forward chaining*) dan proses perhitungan hasil Dempster-Shafer

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dan analisis program, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Telah dilakukan langkah-langkah penelitian yang memperoleh pengetahuan tentang berbagai gejala penyakit cabai merah keriting. Pengetahuan tersebut kemudian diolah ke dalam bentuk diagram ketergantungan dan tabel keputusan.
- Sistem yang telah dibuat mampu melakukan proses pencarian jenis penyakit dengan teknik *forward chaining* dan *dempster-shafer*.
- Kesimpulan hasil jenis penyakit yang diberikan, ditentukan oleh dua masukan yaitu jenis penyakit dan nilai bobot penyakit tersebut.
- Dari uji coba sistem dapat diketahui bahwa sistem ini dapat membantu user dalam referensi diagnosa penyakit cabai merah keriting.

Daftar Rujukan

- Arhami, M. 2005. Konsep Dasar Sistem Pakar. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Istiqomah, Y.N. & Fadlil, A. 2013. Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Saluran Pencernaan Menggunakan Metode Dempster Shafer. Jurnal Sarjana Teknik Informatika Volume 1 Nomor 1, Juni 2013.
- Kusrini. 2006. Sistem Pakar Teori dan Aplikasi. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Kusrini. 2007. Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Kusrini. 2008. Aplikasi Sistem Pakar. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Lohweg, V., Voth, K. & Glock, S. 2011. A Possibilistic Framework for Sensor Fusion with Monitoring of Sensor Reliability. Sensor Fusion - Foundation and Applic. Nuremberg.
- Sinaga, M.D. & Sembiring, N.S.B. 2016. Penerapan Metode Dempster Shafer Untuk Mendiagnosa Penyakit Dari Akibat Bakteri Salmonella. Cogito Smart Journal/VOL. 2/NO. 2/DESEMBER 2016.
- Yanuarti, A.R. & Afsari, M.D. 2016. Profil Komoditas Barang Kebutuhan Pokok Dan Barang Penting Komoditas Cabai. Sekolah Jakarta.