

PENERAPAN METODE DEMPSTER SHAFER UNTUK SISTEM DETEKSI PENYAKIT TANAMAN PADI

Muhd Ihsan^{1*}, Fahrul Agus¹, Dyna Marisa Khairina²

Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Mulawarman
Jalan Barong Tongkok No. 6 Kampus Gunung Kelua Samarinda, Kalimantan Timur
E-mail : muhd8ihsan8@gmail.com, fahrulagus@unmul.ac.id, dyna.ilkom@gmail.com

ABSTRAK

Penyakit tanaman padi merupakan salah satu faktor penyebab anjloknya hasil produksi padi di Indonesia, khususnya di Kalimantan Timur. Keterlambatan penanganan dan kurangnya pengetahuan para petani serta kurangnya jumlah para pakar atau penyuluh pertanian menyebabkan masalah ini mejadi rumit. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi tentang Metode *Dempster Shafer* serta menerapkannya pada sistem untuk deteksi gejala penyakit tanaman padi. Studi ini menggunakan data yang bersumber dari penyakit tanaman padi pada wilayah Kabupaten Kutai Kartanegara. Untuk membangun kepakaran, ditetapkan narasumber yang berlaku sebagai pakar penyakit tanaman padi, selanjutnya dibuat model rancangan sistem yang berupa rancangan basis pengetahuan, kaidah produksi, pohon keputusan dan penentuan densitas dengan Metode *Dempster Shafer*. Hasil penelitian ini yakni model rancangan sistem yang dapat digunakan untuk mendeteksi penyakit tanaman padi yang dapat diterapkan pada proses pembangunan prototipe sistem pakar.

Kata Kunci : Penyakit Tanaman Padi, Metode *Dempster Shafer*, Sistem Pakar.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi yang bahasa latinnya *Oryza sativa L* merupakan bahan utama pembuatan nasi yang merupakan makanan pokok bagi seluruh masyarakat Indonesia. Padi diolah menjadi beras kemudian menjadi nasi merupakan sumber karbohidrat bagi tubuh. Hasil dari budidaya padi ini sendiri berpengaruh terhadap perkembangan perekonomian secara menyeluruh, baik menyangkut pendapatan petani sendiri, pendapat daerah, maupun penyerapan tenaga kerja. Oleh karena itu pembangunan dibidang pertanian menjadi prioritas utama yang dilaksanakan di Indonesia khususnya di Provinsi Kalimantan Timur. Berdasarkan angka tetap (ATAP) Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Kalimantan Timur produksi padi pada tahun 2015 mengalami penurunan sebesar 4,08 % dari tahun 2014 sebesar 426.170 ton menjadi 408.782 ton dan produsen terbesar produksi padi Prov Kaltim sendiri berasal dari Kab. Kutai Kartanegara dengan luas wilayah panen 38.002 ha dengan tingkat produktivitas 49,16 ku/ha. Penurunan hasil produksi padi ini disebabkan beberapa faktor salah satunya disebabkan karena adanya penyakit yang menyerang tanaman padi.

Penyakit tanaman padi sendiri disebabkan dari bakteri, virus, dan cendawan. Beberapa diagnosa penyakit tanaman padi sendiri dapat dilihat langsung dari gejala-gejala yang timbul. Setiap gejala penyakit yang timbul bisa saja merupakan salah satu dari penyakit tanaman padi sedangkan ada terdapat banyak gejala penyakit tanaman yang

dapat diketahui dan terkadang terlambat untuk ditangani sehingga menyebabkan gagal panen.

Keterbatasan jumlah pakar yang ahli dalam masalah tanaman padi dan petani pemula yang belum mengetahui banyak tentang penyakit padi dan sering menyepelkan setiap gejala kecil yang kemudian meluas sehingga mengakibatkan hasil panen berkurang dan kualitas padi yang dipanen menjadi jelek juga termasuk permasalahan dalam budidaya padi ini. Pakar dalam kasus ini adalah pakar tanaman sangat dibutuhkan untuk mendiagnosa penyakit tanaman padi serta memberikan cara yang tepat dalam pengendalian penyakit tanaman padi. Sistem pakar bisa menjadi alternatif dalam menyelesaikan permasalahan ini dengan menerjemakan keahlian seorang pakar kedalam sebuah sistem.

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat membuat pemanfaatan teknologi semakin meluas ke berbagai bidang meliputi bidang kesehatan, pendidikan, bisnis, pertanian dan sebagainya. Sistem pakar (*Expert System*) merupakan aplikasi utama dari kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang paling meluas penerapannya pada saat sekarang ini. Hal ini disebabkan kurangnya para ahli untuk memecahkan persoalan-persoalan yang rumit dan semakin bertambah (Kusrini, 2008). Sistem pakar bukan untuk mengganti kedudukan seorang pakar, tetapi hanya memasyarakatkan pengetahuan dan pengalaman seorang pakar (Turban, 2006). Sistem pakar menyimpan pengetahuan seorang pakar yang kemudian dibuat kedalam program yang akan membantu menyelesaikan permasalahan secara cerdas layaknya seorang pakar sehingga dapat

menjawab keterbatasan jumlah seorang pakar dan dapat membantu orang awam mendiagnosis suatu penyakit dan cara tepat penanganannya. Sistem pakar untuk permasalahan ini menggunakan metode *Dempster Shafer*. Metode *dempster shafer* merupakan metode penalaran *non monotonis* yang digunakan untuk mencari ketidakkonsistenan akibat adanya penambahan maupun pengurangan fakta baru yang akan merubah aturan yang ada, sehingga metode *dempster shafer* memungkinkan seseorang aman dalam melakukan pekerjaan seorang pakar, sekaligus dapat mengetahui probabilitas atau persentase dari penyakit yang mungkin dialami. (Wahyuni, E.G dan Prijodiprojo, W, 2013)

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menerapkan metode *Dempster Shafer* dalam menentukan diagnosa suatu penyakit pada tanaman padi sesuai dengan gejala-gejala yang dialami tanaman padi.

1.3 Batasan Masalah

Agar tidak meluasnya permasalahan yang dibahas, maka penulis membatasi permasalahan:

1. Jumlah penyakit yang diteliti berjumlah 8 penyakit dengan jumlah gejala 48.
2. Jenis penyakit dan gejala-gejala penyakit diperoleh dari buku dan pakar yang menangani masalah tanaman padi.
3. Penyakit padi yang digunakan merupakan penyakit yang mendukung untuk semua jenis varietas dan semua jenis lahan.
4. Pemberian nilai bobot gejala dilakukan oleh pakar berdasarkan tingkat kemungkinan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Memudahkan petani pemula maupun orang awam dalam mengidentifikasi penyakit tanaman padi.
2. Memudahkan penyuluh pertanian dalam mensosialisasikan dan mengatasi penyakit tanaman padi.
3. Menambah wawasan mengenai metode *dempster shafer* dan bagaimana menerapkannya kedalam sistem pakar diagnosa penyakit tanaman padi.
4. Menambah pengetahuan bagaimana mengidentifikasi gejala awal penyakit tanaman padi dan cara pencegahannya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan kecerdasan buatan yang menirukan proses penalaran manusia. Pemecahan masalah-masalah yang kompleks biasanya hanya dapat dilakukan oleh sejumlah orang yang sangat terlatih, yaitu seorang pakar. Dengan penerapan teknik kecerdasan buatan, sistem pakar menirukan apa yang dikerjakan oleh seorang

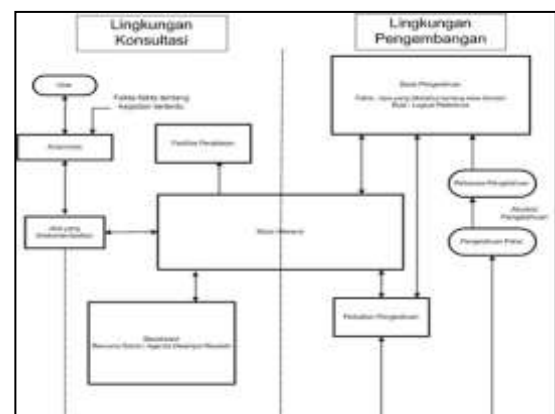
pakar ketika mengatasi permasalahan yang rumit, berdasarkan pengetahuan yang dimilikinya.

Sistem pakar dibuat hanya pada domain pengetahuan tertentu untuk suatu kepakaran tertentu yang mendekati kemampuan manusia di salah satu bidang saja. Sistem pakar mencoba mencari penyelesaian yang memuaskan, yaitu sebuah penyelesaian yang cukup bagus agar pekerjaan dapat berjalan walaupun itu bukan penyelesaian yang optimal.

2.1.1. Struktur Sistem Pakar

Ada dua bagian dari sistem pakar, yaitu lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*).

Lingkungan pengembangan digunakan oleh pembuat sistem pakar untuk membangun komponen-komponennya dan memperkenalkan pengetahuan ke dalam *knowledge base* (basis pengetahuan). Lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna untuk berkonsultasi sehingga pengguna mendapatkan pengetahuan dan nasihat dari sistem pakar layaknya berkonsultasi dengan seorang pakar.



Gambar 1 Struktur Sistem Pakar

Keterangan:

1. Akuisisi pengetahuan

Subsistem ini digunakan untuk memasukkan pengetahuan dari seorang pakar dengan cara merekayasa pengetahuan agar bisa diproses oleh komputer dan menaruhnya ke dalam basis pengetahuan dengan format tertentu. Sumber-sumber pengetahuan bisa diperoleh dari pakar, buku, dokumen, multimedia, basis data, laporan riset khusus, dan informasi yang terdapat di Web.

2. Basis pengetahuan (*knowledge base*)

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan yang diperlukan untuk memahami, memformulasikan, dan menyelesaikan masalah. Basis pengetahuan terdiri dari dua elemen dasar, yaitu:

- a. Fakta, misalnya situasi, kondisi, atau permasalahan yang ada.

b. Rule (aturan), untuk mengarahkan pengguna pengetahuan dalam memecahkan masalah.

3. Mesin inferensi (*inference Engine*)

Mesin inferensi adalah sebuah program yang berfungsi untuk memandu proses penalaran terhadap suatu kondisi berdasarkan pada basis pengetahuan yang ada, memanipulasi dan mengarahkan kaidah, model, dan fakta yang disimpan dalam basis pengetahuan untuk mencapai solusi atau kesimpulan. Dalam prosesnya, mesin inferensi menggunakan strategi pengendalian, yaitu strategi yang berfungsi sebagai panduan arah dalam melakukan proses penalaran. Ada dua teknik pengendalian yang digunakan yaitu, *forward chaining & backward chaining*.

4. Daerah kerja (*blackboard*)

Untuk merekam hasil sementara yang akan dijadikan sebagai keputusan dan untuk menjelaskan sebuah masalah yang sedang terjadi, sistem pakar membutuhkan *Blackboard*, yaitu area pada memori yang berfungsi sebagai basis data. Tiga tipe keputusan yang dapat direkam pada *blackboard*, yaitu:

- a. Rencana: bagaimana menghadapi masalah
- b. Agenda: aksi-aksi potensial yang sedang menunggu untuk dieksekusi
- c. Solusi: calon aksi yang akan dibangkitkan

5. Antarmuka Pengguna (*User Interface*)

Digunakan sebagai media komunikasi antara pengguna dan sistem pakar. Komunikasi ini paling bagus bila disajikan dalam bahasa alami (*natural language*) dan dilengkapi dengan grafik, menu, dan formulir elektronik. Pada bagian ini akan terjadi dialog antara sistem pakar dan pengguna.

6. Subsistem penjelasan (*Explanation Sussystem / Justifier*)

Berfungsi memberi penjelasan kepada pengguna, bagaimana suatu kesimpulan dapat diambil. Kemampuan seperti ini sangat penting bagi pengguna untuk mengetahui proses pemindahan keahlian pakar maupun dalam pemecahan masalah.

7. Sistem perbaikan pengetahuan (*Knowledge Refining System*)

Kemampuan memperbaiki pengetahuan (*knowledge refining system*) dari seorang pakar diperlukan untuk menganalisis pengetahuan, belajar dari kesalahan masa lalu, kemudian memperbaiki pengetahuannya sehingga dapat dipakai pada masa mendatang. Kemampuan evaluasi diri seperti itu diperlukan oleh program agar dapat menganalisis alasan-alasan kesuksesan dan kegagalannya dalam mengambil kesimpulan. Dengan cara ini basis pengetahuan yang lebih baik dan penalaran yang lebih efektif akan dihasilkan.

8. Pengguna (*User*)

Pada umumnya pengguna sistem pakar bukanlah seorang pakar (*non-expert*) yang membutuhkan solusi, saran, atau pelatihan (*training*) dari berbagai permasalahan yang ada. (Suhartono.V dkk, 2010;)

2.2 Metode *Dempster Shafer*

Teori *dempster-shafer* dituliskan sebagai berikut
[*Belief, Plausibility*]

Belief menunjukkan ukuran kekuatan *evidence* dalam mendukung suatu hipotesis. *Plausibility* menunjukkan keadaan yang bisa dipercaya. Keterkaitan antara *plausibility* dan *belief* dapat dituliskan.

$$Pl(H) = 1 - Bel(\bar{H})$$

Dalam teori *dempster-shafer* diasumsikan bahwa hipotesis-hipotesis yang digunakan dikelompokkan ke dalam suatu lingkungan (*environment*) tersendiri yang biasa disebut himpunan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis dan berikan notasi Θ . Selain itu dikenal juga probabilitas fungsi densitas (m) yang menunjukkan besarnya kepercayaan *evidence* terhadap hipotesis tertentu. (Iswanti.S dan Hartati.S, 2008)

Adapun, fungsi *belief* dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$Bel(X) = \sum_{Y \subseteq X} m(Y) \dots \dots \dots (1)$$

Sedangkan, *Plausibility* (Pls) dinotasikan sebagai berikut:

$$Pls(X) = 1 - Bel(X') = 1 - \sum_{Y \subseteq X'} m(Y) \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

$$Bel(X) = Belief(X)$$

$$Pls(X) = Plausibility(X)$$

$$m(X) = mass\ function\ dari\ (X)$$

$$m(Y) = mass\ function\ dari\ (Y)$$

Plausibility juga bernilai 0 sampai 1, jika kita yakin akan X' maka dapat dikatakan $Belief(X') = 1$ sehingga dari rumus di atas nilai $Pls(X) = 0$.

Pada aplikasi sistem pakar dalam satu penyakit terdapat sejumlah *evidence* yang akan digunakan pada faktor ketidakpastian dalam pengambilan keputusan untuk diagnosa suatu penyakit. Untuk mengatasi sejumlah *evidence* tersebut pada teori *Dempster-Shafer* menggunakan aturan yang lebih dikenal dengan *Dempster's Rule of Combination*.

$$m3(Z) = \sum_{X \cap Y = Z} m1(X)m2(Y) \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

$$m3(Z) = mass\ function\ dari\ evidence\ (Z)$$

$$m1(X) = mass\ function\ dari\ evidence\ (X)$$

$$m2(Y) = mass\ function\ dari\ evidence\ (Y)$$

Secara umum formulasi untuk *Dempster's Rule of Combination* adalah:

$$m3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m1(X)m2(Y)}{1 - k} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana: $k =$ Jumlah *evidential conflict*.

Besarnya jumlah *evidential conflict* (k) dirumuskan dengan:

$$k = \sum_{X \cap Y = \emptyset} m1(X)m2(Y) \dots \dots \dots (5)$$

Sehingga bila persamaan (5) disubstitusikan ke persamaan (4) akan menjadi:

$$m3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m1(X)m2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m1(X)m2(Y)} \dots \dots \dots (6)$$

Dimana:

$m3(Z)$ = mass function dari evidence (Z)

$m1(X)$ = mass function dari evidence (X)

$m2(Y)$ = mass function dari evidence (Y)

k= jumlah *evidential conflict*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan merupakan kumpulan data-data yang digunakan pada penelitian sistem pakar ini. Basis pengetahuan tersebut berisikan data-data tentang jenis penyakit, gejala-gejala, dan relasi gejala dengan penyakit.

Pada tabel 1 merupakan basis pengetahuan yang berisikan semua jenis penyakit tanaman padi yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 1 Basis Pengetahuan Penyakit

Kode	Nama Penyakit	Nama Latin
P1	Blast /Blast.	<i>Pyricularia oryzae</i>
P2	Bercak Coklat /Brown Spot.	<i>Helminthosporium oryzae /Drechslera oryzae</i>
P3	Bercak Coklat Sempit	<i>Cercospora oryzae</i>
P4	Hawar Pelepah /Sheath Bligh /Hawar Upih Daun /Busuk Batang /Sheath Blight and Stem Rot.	<i>Rhizoctonia solani Kuhn</i>
P5	Noda Palsu /Gosong Palsu /False Smut.	<i>Ustilagoideia virens</i>
P6	Kerdil Rumput /Grassy Stunt.	<i>Nilaparvata Lugens Stal</i>
P7	Kresak /Hawar Daun /Bacterial leaf blight (BLB).	<i>Xanthomonas campestris pv. Oryzae</i>
P8	Tungro	Tungro

Pada tabel 2 merupakan basis pengetahuan yang berisikan data semua gejala yang mendukung semua jenis penyakit tanaman padi.

Tabel 2 Basis Pengetahuan Gejala

Kode	Gejala
G01	Bercak pada pelepah daun
G02	Bercak berbentuk belah ketupat pada daun dan pelepah daun
G03	Bercak berwarna abu-abu atau agak putih dan bagian tepinya coklat/coklat kemerahan
G04	Bercak coklat pada malai
G05	Bercak pada daun, buku-buku/ruas, leher malai, malai dan bulir.
G06	Busuk leher pada pangkal malai dan akhirnya malai patah
G07	Daun mati dan mengeringnya pelepah daun
G08	Malai hampa
G09	Bercak berwarna coklat dengan titik tengah berwarna abu-abu atau putih pada daun

G10	Bercak berwarna hitam atau coklat gelap pada kulit gabah
G11	Bercak muda berwarna coklat gelap atau sedikit ungu, bentuknya membulat
G12	Bercak pada daun berbentuk oval dan merata di permukaan daun
G13	Konidiofor dan Konidia tampak seperti beludru
G14	Bagian tepi bercak berwarna coklat kemerah-merahan
G15	Gejala awal berupa bercak kecil memanjang berwarna coklat
G16	Terdapat titik abu-abu di tengah bercak
G17	Ukuran bercak pada gabah lebih besar dan lebih pendek
G18	Ukuran bercak pada pelepah daun dan ketiak lebih sempit daripada daun
G19	Ukuran bercak, panjang 2-10mm dan lebar 1 mm
G20	Bercak berwarna hijau keabu-abuan
G21	Bercak berbentuk bulat panjang (oval) atau elips
G22	Bercak berwarna putih keabu-abuan dan tepi berwarna coklat
G23	bercak membentuk sklerotia berwarna coklat dan mudah lepas
G24	Bercak pada daun bendera
G25	Panjang Bercak 2-3 cm
G26	Seluruh daun menjadi hawar
G27	Bola spora berwarna kuning, licin dan ditutup oleh membran.
G28	Bola spora menutup bagian bunga
G29	Bulir padi menjadi bola (bulatan) spora
G30	Dalam satu malai hanya sedikit bulir yang terinfeksi
G31	Membran pecah dan warnanya menjadi orange sampai kuning kehijauan atau hijau kehitaman
G32	Malai yang dihasilkan kecil
G33	Pertumbuhan tanaman terhambat dan kerdil
G34	Daun berwarna kekuning-kuningan dengan bercak-bercak berwarna coklat
G35	Daun menjadi pendek, sempit berwarna hijau
G36	Jumlah anakan bertambah banyak dan tumbuhnya tegak
G37	Tidak menghasilkan malai sama sekali
G38	Bercak garis kebasahan pada tepi daun atau bagian daun yang luka
G39	Daun layu menjadi busuk
G40	Daun layu seperti tersiram air panas
G41	Daun menjadi keriput
G42	Gejala layu pada tanaman muda
G43	Bulir mandul (steril)
G44	Daun Menguning sampai jingga dari pucuk daun ke arah pangkal
G45	Jumlah anakan berkurang
G46	Terdapat bintik-bintik coklat kehitaman pada butir
G47	Terlihat bintik-bintik coklat bekas tusukan serangga penular pada daun tua
G48	Terlihat seperti mottle pada daun muda

Tabel 3 merupakan basis pengetahuan relasi gejala dan penyakit yang mendukung diagnosa penyakit tanaman padi serta nilai bobot atau kepercayaan (*belief*) pada masing-masing gejala.

Tabel 3 Basis Pengetahuan Relasi

Kode Gejala	Kode Penyakit								Bobot
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
G01	✓	-	-	✓	-	-	-	-	0,2
G02	✓	-	-	-	-	-	-	-	0,9
G03	✓	-	-	-	-	-	-	-	0,6
G04	✓	-	-	-	-	-	-	-	0,1
G05	✓	-	-	-	-	-	-	-	0,1
G06	✓	-	-	-	-	-	-	-	0,2
G07	✓	-	-	-	-	-	-	-	0,4
G08	✓	-	-	-	-	-	-	-	0,1
G09	-	✓	-	-	-	-	-	-	0,8

G10	-	✓	-	-	-	-	-	-	0,4
G11	-	✓	-	-	-	-	-	-	0,4
G12	-	✓	-	-	-	-	-	-	0,9
G13	-	✓	-	-	-	-	-	-	0,1
G14	-	-	✓	-	-	-	-	-	0,3
G15	-	-	✓	-	-	-	-	-	0,9
G16	-	-	✓	-	-	-	-	-	0,5
G17	-	-	✓	-	-	-	-	-	0,2
G18	-	-	✓	-	-	-	-	-	0,2
G19	-	-	✓	-	-	-	-	-	0,2
G20	-	-	-	✓	-	-	✓	-	0,5
G21	-	-	-	✓	-	-	-	-	0,2
G22	-	-	-	✓	-	-	-	-	0,3
G23	-	-	-	✓	-	-	-	-	0,3
G24	-	-	-	✓	-	-	-	-	0,1
G25	-	-	-	✓	-	-	-	-	0,3
G26	-	-	-	✓	-	-	-	-	0,9
G27	-	-	-	-	✓	-	-	-	0,8
G28	-	-	-	-	✓	-	-	-	0,9
G29	-	-	-	-	✓	-	-	-	0,2
G30	-	-	-	-	✓	-	-	-	0,1
G31	-	-	-	-	✓	-	-	-	0,8
G32	-	-	-	-	-	✓	-	✓	0,2
G33	-	-	-	-	-	-	✓	✓	0,4
G34	-	-	-	-	-	✓	-	-	0,2
G35	-	-	-	-	-	✓	-	-	0,8
G36	-	-	-	-	-	✓	-	-	0,9
G37	-	-	-	-	-	✓	-	-	0,1
G38	-	-	-	-	-	-	✓	-	0,8
G39	-	-	-	-	-	-	✓	-	0,8
G40	-	-	-	-	-	-	✓	-	0,9
G41	-	-	-	-	-	-	✓	-	0,5
G42	-	-	-	-	-	-	✓	-	0,2
G43	-	-	-	-	-	-	-	✓	0,2
G44	-	-	-	-	-	-	-	✓	0,9
G45	-	-	-	-	-	-	-	✓	0,1
G46	-	-	-	-	-	-	-	✓	0,4
G47	-	-	-	-	-	-	-	✓	0,8
G48	-	-	-	-	-	-	-	✓	0,8

3.2 Representasi Pengetahuan

Model representasi pengetahuan yang digunakan pada penelitian ini adalah model kaidah produksi. Model kaidah produksi dituliskan dalam bentuk *if-Then* atau JIKA-MAKA. Bagian JIKA mengindikasikan kondisi aturan diaktifkan dan bagian MAKA menunjukkan kesimpulan jika semua kondisi terpenuhi. Representasi pengetahuan digunakan untuk menentukan proses diagnosa penyakit tanaman padi berdasarkan gejala-gejala yang ada pada tanaman padi. Berikut aturan (*rule*) yang menjadi model kaidah produksi.

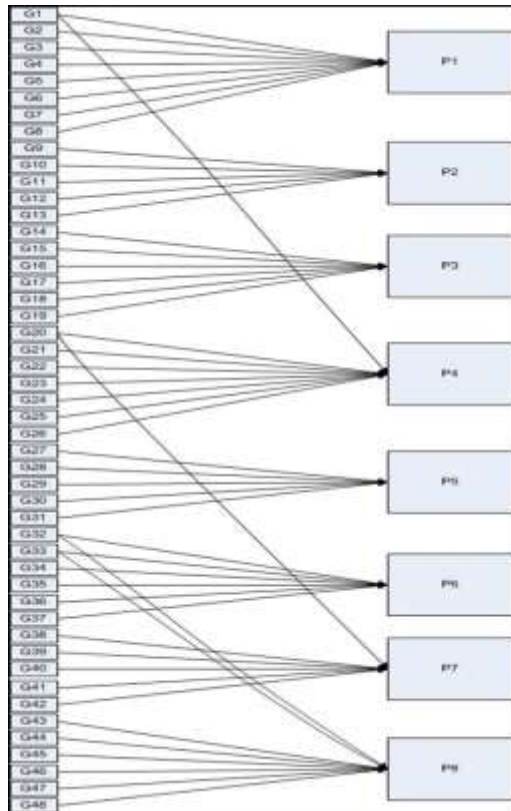
Tabel 4 Kaidah Produksi

NO	ATURAN
1	IF Bercak pada daun, buku-buku/ruas, leher malai, malai dan bulir AND Bercak pada pelepah daun AND Bercak berbentuk belah ketupat pada daun dan pelepah daun AND Bercak berwarna abu-abu atau agak putih dan bagian tepinya coklat/coklat kemerahan AND Daun mati dan mengeringnya pelepah daun AND Bercak coklat pada malai AND Busuk leher pada pangkal malai dan akhirnya malai patah AND Malai hampa THEN Blas/Blast

2	IF Bercak pada daun berbentuk oval dan merata di permukaan daun AND Bercak berwarna coklat dengan titik tengah berwarna abu-abu atau putih pada daun AND Bercak muda berwarna coklat gelap atau sedikit ungu, bentuknya membulat AND Bercak berwarna hitam atau coklat gelap pada kulit gabah AND Konidiofor dan Konidia tampak seperti beludru THEN Bercak Coklat
3	IF Gejala awal berupa bercak kecil memanjang berwarna coklat AND Ukuran bercak, panjang 2-10mm dan lebar 1 mm AND Ukuran bercak pada pelepah daun dan ketiak lebih sempit daripada daun AND Ukuran bercak pada gabah lebih besar dan lebih pendek AND Terdapat titik abu-abu di tengah bercak AND Bagian tepi bercak berwarna coklat kemerah-merahan THEN Bercak Coklat Sempit
4	IF Bercak pada pelepah daun AND Bercak pada daun bendera AND Bercak berwarna hijau keabu-abuan AND Bercak berbentuk bulat panjang (oval) atau elips AND Panjang Bercak 2-3 cm AND Bercak berwarna putih keabu-abuan dan tepi berwarna coklat AND Seluruh daun menjadi hawar AND bercak membentuk sklerotia berwarna coklat dan mudah lepas THEN Hawar Pelepah
5	IF Bulir padi menjadi bola (bulatan) spora AND Bola spora menutup bagian bunga AND Bola spora berwarna kuning, licin dan ditutup oleh membran AND Membran pecah dan warnanya menjadi orange sampai kuning kehijauan atau hijau kehitaman AND Dalam satu malai hanya sedikit bulir yang terinfeksi THEN Noda Palsu
6	IF Pertumbuhan tanaman terhambat dan kerdil AND Jumlah anakan bertambah banyak dan tumbuhnya tegak AND Daun menjadi pendek, sempit berwarna hijau AND Daun berwarna kekuning-kuningan dengan bercak-bercak berwarna coklat AND Malai yang dihasilkan kecil AND Tidak menghasilkan malai sama sekali THEN Kerdil Rumpit

3.3 Decision Tree

Tree yang digunakan pada penelitian ini merupakan suatu *forward chaining tree*. Hal tersebut berkaitan dengan masalah diagnosis yang dibahas dalam penelitian sistem pakar pada diagnosis penyakit tanaman padi. Pada *forward chaining tree* penelusuran informasi dilakukan secara *forward* (ke depan). Dari penyakit tanaman padi yang diketahui, kemudian mencoba melakukan penelusuran ke depan untuk mencari fakta-fakta yang cocok berupa gejala-gejala penyebab penyakit tanaman padi yang terjadi. Pada *tree* tersebut dapat dilihat bagaimana suatu gejala penyakit atau kesimpulan gejala penyakit merujuk kepada suatu jenis penyakit tertentu, dan bagaimana beberapa gejala yang sama dapat merujuk kepada beberapa penyakit yang berbeda. Pada penelusuran dengan metode *forward chaining* dapat dilihat bahwa penelusuran kedepan untuk mengenali penyebab dan jenis penyakit yang dialami. Masing-masing diagnosa penyakit direpresentasikan dengan kode sesuai dengan basis pengetahuan gejala pada tabel 1 dan gejala sesuai dengan basis pengetahuan gejala pada tabel 2.



Gambar 2 Decision Tree Forward Chaning

3.4 Implementasi

Dempster shafer merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui tingkat kepercayaan atau tingkat kepastian dari sebuah kesimpulan gejala-gejala yang diberikan *user* pada proses konsultasi di mana masing-masing gejala terdapat nilai *probabilitas densitas*.

Untuk mengetahui penerapan dari *metode dempster shafer* lebih lanjut, maka dapat dilakukan perhitungan metode *dempster shafer* secara manual untuk mendiagnosa penyakit tanaman padi.

Pada contoh berikut ini, diasumsikan bahwa gejala yang diambil merupakan gejala yang di inputkan seorang *user* pada sistem. Berikut adalah gejala-gejala yang dipilih.

1. Gejala pertama: Bercak pada pelepah daun, mendukung penyakit P1 dan P4.
2. Gejala kedua: Bercak muda berwarna coklat gelap atau sedikit ungu, bentuknya membulat, mendukung penyakit P2.
3. Gejala ketiga: Bercak pada daun berbentuk oval dan merata di permukaan daun, mendukung penyakit P2.
4. Gejala keempat: Ukuran bercak, panjang 2-10 mm dan lebar 1 mm, mendukung penyakit P3.

a. Menentukan *Densitas (m)* Awal

Nilai densitas (*m*) awal terdiri dari *belief* dan *plausibility*. Nilai *belief* merupakan nilai yang diberikan oleh pakar sedangkan nilai *plausibility* diperoleh dari rumus 2.

Tabel 5 Penentuan Densitas

No	Gejala	Penyakit	Densitas (m)	
			<i>Belief</i>	<i>Plausibility</i>
1	Bercak pada pelepah daun	P1,P4	0.2	0.8
2	Bercak muda berwarna coklat gelap atau sedikit ungu, bentuknya membulat	P2	0.4	0.6
3	Bercak pada daun berbentuk oval dan merata di permukaan daun	P2	0.9	0.1
4	Ukuran bercak, panjang 2-10 mm dan lebar 1 mm	P3	0.2	0.8

b. Menentukan Densitas (*m*) Baru

Berdasarkan tabel 5 dapat dihitung nilai densitas (*m*) baru dengan membuat tabel aturan kombinasi terlebih dahulu. Hasil dari kombinasi tersebut akan digunakan pada saat menunjukkan adanya gejala baru dengan fungsi densitas *m3*. Baris pertama berisi semua himpunan bagian pada gejala pertama dengan *m1* sebagai fungsi densitas dan kolom pertama berisi himpunan bagian pada gejala kedua dengan *m2* sebagai fungsi densitas.

Tabel. 6 Aturan Kombinasi *m3*

<i>m2</i> \ <i>m1</i>	{P1, P4}	0.2	∅	0.8
{P2}	0.4	∅	0.08	{P2} 0.32
∅	0.6	{P1, P4} 0.12	∅	0.48

Karena tidak adanya irisan antara {P1, P4} dan {P2} maka diperoleh {∅} pada baris kedua kolom kedua dan nilainya diperoleh dari 0,2 x 0,4. Demikian pula {P2} pada baris kedua kolom ketiga merupakan irisan antara {P2} baris kedua kolom pertama dengan {∅} pada baris pertama kolom ketiga dan nilainya diperoleh dari 0,8 x 0,4. Merujuk pada rumus 6 sehingga dapat dihitung.

$$1) m_3 \{P2\} = \frac{0.32}{1-0.08} = 0.3478$$

$$2) m_3 \{P1, P4\} = \frac{0.12}{1-0.08} = 0.1304$$

$$3) m_3 \{\emptyset\} = \frac{0.48}{1-0.08} = 0.5217$$

Hasil dari aturan kombinasi *m3* digunakan untuk menghitung kembali adanya gejala baru yaitu gejala bercak pada daun berbentuk oval dan merata di permukaan daun dengan fungsi densitas *m4* dengan membuat tabel aturan kombinasi baru dengan fungsi densitas *m5*.

Tabel. 7 Aturan Kombinasi *m5*

<i>m5</i> \ <i>m4</i>	{P2}	0.9	∅	0.1
{P2}	0.3478	{P2} 0.313	{P2} 0.0348	
{P1, P4}	0.1304	∅	0.1174	{P1, P4} 0.013
∅	0.5217	{P2} 0.4696	∅	0.0522

Sama seperti langkah sebelum dan merujuk pada rumus 6 sehingga dapat dihitung.

$$1) m_5 \{P2\} = \frac{0.313+0.0348+0.4596}{1-0.1174} = 0.9261$$

$$2) m_5 \{P1, P4\} = \frac{0.013}{1-0.1174} = 0.0148$$

$$3) m_5 \{\Theta\} = \frac{0.0522}{1-0.1174} = 0.0591$$

Hasil dari aturan kombinasi m5 digunakan untuk menghitung kembali adanya gejala baru yaitu gejala ukuran bercak, panjang 2-10 mm dan lebar 1 mm dengan fungsi densitas m6 dengan membuat tabel aturan kombinasi baru dengan fungsi densitas m5.

Tabel. 8 Aturan Kombinasi m7

$m_5 \backslash m_6$	$\{P3\}$	0.2	Θ	0.8	
$\{P2\}$	0.9261	Θ	0.1852	$\{P2\}$	0.7409
$\{P1, P4\}$	0.0148	Θ	0.003	$\{P1, P4\}$	0.0118
Θ	0.0591	$\{P3\}$	0.0118	Θ	0.0473

Sama seperti langkah sebelum dan merujuk pada rumus 6 sehingga dapat dihitung.

$$1) m_7 \{P2\} = \frac{0.7409}{1-(0.1852+0.003)} = 0.9126$$

$$2) m_7 \{P3\} = \frac{0.0118}{1-(0.1852+0.003)} = 0.0146$$

$$3) m_7 \{P1, P4\} = \frac{0.0118}{1-(0.1852+0.003)} = 0.0146$$

$$4) m_7 \{\Theta\} = \frac{0.0473}{1-(0.1852+0.003)} = 0.0583$$

Berdasarkan langkah-langkah diatas maka dapat disimpulkan nilai densitas (m) baru sesuai gejala baru.

Tabel 9 Kesimpulan dalam menentukan nilai densitas (m)

No	Nilai Densitas (m)	
	Densitas (m)	Nilai
1	$m_1 \{P1, P4\}$	0,2
	$m_1 \{\Theta\}$	0,8
2	$m_2 \{P2\}$	0,4
	$m_2 \{\Theta\}$	0,6
3	$m_3 \{P2\}$	0.3478
	$m_3 \{P1, P4\}$	0.1304
	$m_3 \{\Theta\}$	0.5217
4	$m_4 \{P2\}$	0,9
	$m_4 \{\Theta\}$	0,1
5	$m_5 \{P2\}$	0.9261
	$m_5 \{P1, P4\}$	0.0148
	$m_5 \{\Theta\}$	0.0591
6	$m_6 \{P3\}$	0,2
	$m_6 \{\Theta\}$	0,8
7	$m_7 \{P2\}$	0.9126
	$m_7 \{P3\}$	0.0146
	$m_7 \{P1, P4\}$	0.0146
	$m_7 \{\Theta\}$	0.0583

Tabel 9 menunjukkan bagaimana proses perhitungan aturan kombinasi awal sampai aturan kombinasi terakhir berdasarkan gejala yang dipilih, maka dapat disimpulkan bahwa nilai densitas paling tinggi adalah P2 Bercak Coklat/ *Brown Spot* (*Helminthosporium oryzae/ Drechslera oryzae*)

dengan nilai densitasnya yaitu $0,9126 \times 100\% = 91\%$.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penerapan metode Dempster Shafer untuk sebuah sistem deteksi penyakit tanaman padi adalah sebagai berikut:

1. Metode Dempster Shafer telah berhasil diterapkan untuk mendiagnosa penyakit tanaman padi. Metode ini dapat diimplementasikan ke dalam sebuah sistem untuk mendiagnosa jenis-jenis penyakit tanaman padi dengan masukan berupa gejala-gejala yang dialami pada tanaman.
2. Diharapkan dengan telah diterapkannya metode Dempster Shafer ini kedepannya dapat diimplementasikan ke dalam sebuah prototipe sistem pakar. Dengan diimplementasikannya ke dalam sebuah sistem bisa menjadi sarana untuk menyimpan pengetahuan dari seorang pakar tentang penyakit tanaman padi dan memudahkan para petani awam atau penyuluh pertanian untuk mendiagnosa penyakit tanaman padi.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang berguna dalam pengembangan sistem selanjutnya antara lain:

1. Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat menggunakan metode penalaran non monotonis yang berbeda misalnya menggunakan metode *Bayes*, atau *Certainty Factor (CF)*, serta bisa membandingkan efisiensi serta akurasi dengan metode *Dempster-Shafer*.
2. Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat menerapkan metode Dempster Shafer ke dalam sistem pakar berbasis mobile aplikasi yang dapat memudahkan user untuk menjalankan aplikasi secara *offline*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. AAK. 1990. Budidaya Tanaman Padi. Yogyakarta: Kanisius.
- [2]. Anonim. 2009. Hawar Daun Bakteri. *Xanthomonas campestris pv. Oryzae*. Informasi Ringkas Bank Pengetahuan Padi Indonesia.
- [3]. Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 1989. Pengenalan Penyakit Penting pada Tanaman Padi dan Palawija dan Cara Pengendaliannya. Jakarta.
- [4]. Harahap, I.S dan Tjahjono, B. 1992. Pengendalian Hama Penyakit Padi. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [5]. Hamdani, H Haviluddin, MS Abdillah. 2011. Sistem Pendukung Keputusan Pembelian Notebook Menggunakan Logika Fuzzy

- Tahani. Jurnal Informatika Mulawarman 6 (3), 98-104
- [6]. Honggowibowo, A.S. 2009. "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Padi Berbasis Web dengan Forward dan Backward Chaining". *Telkonnika* Vol 7, No.3, Desember 2009: 187-194.
- [7]. Iswanti, S dan Hartati, S. 2008. *Sistem Pakar dan Pengembangannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [8]. Semangun, H. 1990. *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [9]. Sudarma, I.M. 2013. *Penyakit Tanaman Padi (Oryza sativa L.)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [10]. Suhartono, V. Mulyanto, S. Sutojo, T. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: ANDI; Semarang: UDINUS.
- [11]. Wahyuni, E.G dan Prijodiprojo, W. 2013. "Prototype Sistem Pakar untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Koroner dengan Metode Dempster Shafer (Studi Kasus: RS. PKU Muhammadiyah Yogyakarta)". *IJCCS*, Vol.7 No.2, July 2013, pp. 133-144.
- [12]. Widiarta, N. 2005. *Wereng Hijau (Nephotettix verisvens Distans): Dinamika Populasi dan Strategi Pengendaliannya Sebagai Vektor Penyakit Tungro*. *Jurnal Litbang Pertanian*.