

PENERAPAN METODE *DEPTH FIRST SEARCH* PADA SISTEM PAKAR UNTUK DIAGNOSA PENYAKIT TANAMAN KAKAO

Taufiq¹, Gea Ayu Rianty²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, STMIK Banjarbaru
JL. Ahmad Yani KM.33 No.38 Telp.(0511) 4782881 Banjarbaru
¹pa_tauw@yahoo.com, ²gea.ayu93@gmail.com

ABSTRAK

Kakao merupakan salah satu tanaman hasil perkebunan yang memiliki nilai ekonomis tinggi selain itu juga dapat memberikan kontribusi yang besar sehingga dapat meningkatkan sumber devisa di Indonesia. Pada tahun 2010 Indonesia berhasil menduduki posisi nomor tiga setelah Ghana dan Pantai Gading sebagai penghasil kakao terbesar di dunia. Namun jumlah produksi kakao di Kalimantan Selatan mengalami penurunan yang disebabkan oleh kurangnya pengetahuan petani dalam merawat dan membudidayakannya. Hal itulah yang melatarbelakangi dalam penelitian ini, dimana sistem pakar ini menggunakan metode *Forward Chaining* sebagai metode pencarian melalui gejala yang sudah dimasukkan disertai *Breadth First Search (BFS)* sebagai algoritma pelacakan setiap rule yang sudah ditetapkan. Sehingga dapat menghasilkan sebuah sistem pakar diagnosa tanaman kakao yang tepat untuk para petani. Berdasarkan hasil uji pretest keakuratan petani dalam mendiagnosa adalah sebesar 11% sedangkan setelah menggunakan sistem (posttest) hasil keakuratan dalam mendiagnosa adalah sebesar 100%.

Kata kunci: Kakao, Sistem Pakar, *Breadth First Search*

ABSTRACT

Cocoa is one of estate crops that have high economic value but it also can make a substantial contribution, thereby increasing source of income in Indonesia. In 2010, Indonesia managed to position number three after Ghana and Ivory Coast as the world's largest cocoa producer. But the amount of cocoa production in South Kalimantan decline caused by a lack of knowledge of farmers in caring for and cultivate them. That is the background of this research, which this expert system uses forward chaining method as a method of searching through the symptoms that have been inserted along Breadth First Search (BFS) as a tracking algorithm every rule that has been set. So as to produce a cocoa plant diagnosis expert system is right for the farmers. Based on the test results pretest accuracy in diagnosing farmers was 11%, while after using the system (posttest) accuracy in diagnosing result is at 100%.

Keywords: Cocoa, Expert System, *Breadth First Search*.

1. Pendahuluan

Kakao merupakan salah satu tanaman hasil perkebunan yang memiliki nilai ekonomis tinggi selain itu juga dapat memberikan kontribusi yang besar sehingga dapat meningkatkan sumber devisa di Indonesia. Mulai dari biji sampai lemaknya dapat dimanfaatkan menjadi berbagai produk terutama dalam pengolahan coklat dimana kakao merupakan bahan dasarnya. Selain itu, kakao juga memiliki manfaat terhadap kesehatan karena buahnya kaya akan kandungan antioksidan yaitu fenol dan flavonoid yang berkhasiat meningkatkan kekebalan pada tubuh. Besar kandungan ini tiga kali lebih banyak dibandingkan teh hijau.

Jumlah produksi kakao yang dihasilkan pada tahun 2013 di Kalimantan Selatan sangat sedikit dibandingkan dengan provinsi lainnya yang sudah mencapai angka seribu, hal ini terjadi karena kurangnya perawatan terhadap kakao yang sudah tua dan serangan yang disebabkan oleh hama karena sebagian besar petani masih belum mampu mengendalikan dan mendeteksi jenis hama dan penyakit yang menyerang secara cepat dan tepat. [1]

Secara umum Sistem Pakar (expert system) adalah salah satu bidang ilmu komputer yang mendayagunakan komputer sehingga dapat berperilaku cerdas seperti manusia. Sistem ini berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. [2]

Sistem pakar pernah diterapkan oleh Derwin Suhartono Dkk, Kopi adalah komoditas penting dalam ekonomi dunia. Namun sayangnya, produktivitas dan kualitas hasil komoditas tersebut masih cukup rendah. Ini disebabkan oleh penyakit pada tanaman kopi. Tujuan penelitian adalah membuat aplikasi yang dapat membantu peneliti atau pengamat yang bekerja di perkebunan kopi untuk mendiagnosa penyakit tanaman kopi. Metode yang digunakan adalah sistem pakar berbasis logika fuzzy, dan decision tree menggunakan klasifikasi hirarkis. Pengetahuan tentang kopi, gejala-gejalanya, dan penyakitnya diekstrak dari ahli manusia dan kemudian diubah menjadi pohon keputusan. Ini akan menghasilkan sistem pakar berbasis logika fuzzy. Dari percobaan, perhitungan akurasi sistem sekitar 85%. Berdasarkan keakuratannya, dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini bisa sedikit banyak membantu peneliti atau pengamat tanaman kopi dalam mendiagnosis penyakit tanaman kopi tadi. [3]

Penelitian terkait yang dilakukan Mohammad Yazdi, Kakao (*Theobroma cocoa* L) adalah salah satu komoditas yang mempunyai nilai ekonomis tinggi terutama untuk ekspor dan sangat potensial untuk dikembangkan menjadi komoditas ekspor unggulan. Faktor yang paling menentukan terhadap keberhasilan produk kakao untuk diterima di pasar adalah faktor kualitas. Kualitas kakao dipengaruhi oleh kandungan Kadar air, Jamur, Kotoran dan Jumlah biji dalam seratus gram. Pasar internasional memiliki tuntutan kualitas yang sangat baik, sementara kualitas dibawahnya diperuntukkan bagi pasar lokal. Penelitian ini bertujuan menghasilkan suatu sistem pakar untuk menentukan kualitas kakao. FIS yang digunakan untuk penentuan kualitas kakao adalah metode Mamdani. Metode mamdani memiliki 4 tahapan yaitu: pembentukan himpunan fuzzy, aplikasi fungsi implikasi, komposisi dan defuzzy. Hasil dari penelitian adalah sebuah Sistem Pakar Fuzzy yang mampu menentukan kualitas kakao berdasarkan kriteria-kriteria yang mempengaruhi kualitas kakao. [4]

sistem pakar secara luas digunakan dalam pertanian khusus untuk mendiagnosis dan mengelola hama. Masalah hama ini terutama bergantung pada ahli manusia untuk diagnosis dan pemulihannya. Para ahli manusia yang terlibat sangat langka, tidak konsisten dalam keputusan sehari-hari mereka, tidak dapat memahami sejumlah besar data dengan cepat, tidak dapat menyimpan sejumlah besar data dalam memori, sedangkan sistem pakar berbasis komputer dapat digunakan di mana saja, kapan saja. Sistem pakar menawarkan lingkungan di mana kemampuan yang baik dari manusia dan kekuatan komputer dapat digabungkan untuk mengatasi banyak keterbatasan. Sistem pakar meningkatkan probabilitas, frekuensi, dan konsistensi pembuatan keputusan yang baik, efek aditif dari pengetahuan banyak ahli domain. Di bawah latar belakang ini, sistem pakar telah dikembangkan di berbagai tanaman pertanian seperti beras, gandum, tomat, rapeseed dan mustard, mangga dll. Untuk mendiagnosis berbagai hama dan mengambil keputusan manajemen untuk kepentingan petani. [5]

Breadth First Search (BFS) Merupakan algoritma yang melakukan pencarian secara melebar yang mengunjungi simpul secara preorder yaitu mengunjungi suatu simpul kemudian mengunjungi semua simpul yang bertetangga dengan simpul tersebut terlebih dahulu. Selanjutnya, simpul yang belum dikunjungi dan bertetangga dengan simpul-simpul yang tadi dikunjungi, demikian seterusnya. algoritma BFS menggunakan graf sebagai media representasi persoalan, tidak sulit untuk mengaplikasikan algoritma ini dalam persoalan-persoalan teori graf. [6].

Artikel ini memaparkan mengenai Sistem Pakar untuk mendeteksi hama dan penyakit pada tanaman kakao dengan metode breadth first search.

2. Metode Penelitian

2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar atau expert system adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli. [7]

2.2 Metode Breadth First Search

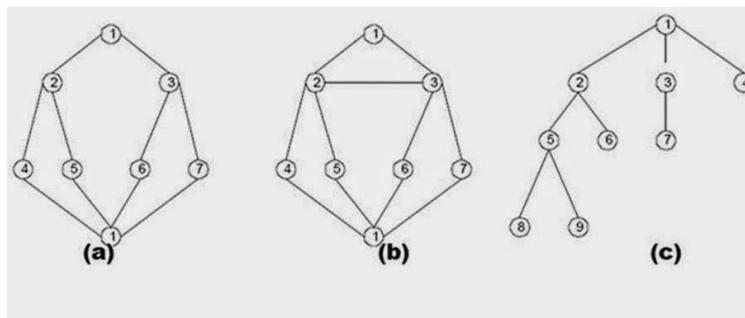
Breadth-first search adalah algoritma yang melakukan pencarian secara melebar yang mengunjungi simpul secara preorder yaitu mengunjungi suatu simpul kemudian mengunjungi semua simpul yang bertetangga dengan simpul tersebut terlebih dahulu. Selanjutnya, simpul yang belum dikunjungi dan bertetangga dengan simpul-simpul yang tadi dikunjungi, demikian

seterusnya. Jika graf berbentuk pohon berakar, maka semua simpul pada aras d dikunjungi lebih dahulu sebelum simpul-simpul pada aras d+1. [7]

Algoritma ini memerlukan sebuah antrian q untuk menyimpan simpul yang telah dikunjungi. Simpul-simpul ini diperlukan sebagai acuan untuk mengunjungi simpul-simpul yang bertetangga dengannya. Tiap simpul yang telah dikunjungi masuk ke dalam antrian hanya satu kali. Algoritma ini juga membutuhkan tabel Boolean untuk menyimpan simpul yang telah dikunjungi sehingga tidak ada simpul yang dikunjungi lebih dari satu kali.

Dalam algoritma BFS, simpul anak yang telah dikunjungi disimpan dalam suatu antrian. Antrian ini digunakan untuk mengacu simpul-simpul yang bertetangga dengannya yang akan dikunjungi kemudian sesuai urutan pengantrian. Untuk memperjelas cara kerja algoritma BFS beserta antrian yang digunakannya, berikut langkah-langkah algoritma BFS: [8]

1. Masukkan simpul ujung (akar) ke dalam antrian
2. Ambil simpul dari awal antrian, lalu cek apakah simpul merupakan solusi
3. Jika simpul merupakan solusi, pencarian selesai dan hasil dikembalikan.
4. Jika simpul bukan solusi, masukkan seluruh simpul yang bertetangga dengan simpul tersebut (simpul anak) ke dalam antrian
5. Jika antrian kosong dan setiap simpul sudah dicek, pencarian selesai dan mengembalikan hasil solusi tidak ditemukan
6. Ulangi pencarian dari langkah kedua



Gambar 1 Contoh *Breadth First Search*

Maka penyelesaiannya adalah:

Gambar (a) BFS(1): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 1.

Gambar (b) BFS(1): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 1

Gambar (c) BFS(1): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

2.3 Kebutuhan Sistem

Data yang digunakan dalam sistem ini adalah data gejala, data hama dan penyakit yang menyerang, dan data kasus yang dialami oleh para petani. Dapat dilihat data gejala pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Data Gejala

Kode Gejala	Nama Gejala
G1	adanya bercak coklat kehitaman
G2	tanaman terinfeksi jamur
G3	mengalami gugur daun
G4	ranting menjadi gundul
G5	pada buah muda nampak bintik-bintik coklat
G6	buah muda menjadi layu, kering, dan mengeriput
G7	daun menguning

G8	kulit buah berubah bentuk
G9	buah menjadi berlubang
G10	batang mengeluarkan cairan kemerahan
G11	adanya bercak hijau kecil pada daun yang berbatas tegas
G12	pada daun muda nampak bintik-bintik coklat
G13	warna kuning buah tidak merata
G14	buah menjadi busuk
G15	munculnya benang-benang jamur berlendir
G16	permukaan akar berwarna merah/coklat tua
G17	biji menjadi hitam
G18	pada buah yang sakit timbul lapisan berwarna putih bertepung
G19	tanaman membusuk dalam waktu 14-22 hari
G20	dalam batang atau cabang berwarna lebih gelap dan agak mengendap
G21	adanya garis-garis berwarna coklat pada berkas pembuluh
G22	kulit bagian dalam batang berwarna merah kecoklatan
G23	terdapat benang-benang putih bercabang melekat pada akar
G24	mengalami gejala busuk kering pada ujung buah yang sudah tua
G25	terdapat benang-benang tipis seperti sutera, berbentuk sarang laba-laba
G26	terdapat daun-daun layu yang melekat pada cabang meskipun sudah kering

Untuk data hama dan penyakit dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Data Hama dan Penyakit

Kode Hama & Penyakit	Nama Hama & Penyakit
P1	Busuk Buah
P2	Kanker Batang
P3	Vascular Streak Dieback
P4	Penyakit Antraknose
P5	Penyakit Akar
P6	Jamur Upas
P7	Penggerek Buah
P8	Kepik Penghisap Buah
P9	Tikus/Tupai

Untuk data kasus yang dialami petani dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Data Kasus

No	Responden	Gejala	Diagnosa Petani	Diagnosa Pakar
1	H. Isur	1. Buah menjadi busuk 2. Buah menjadi berlubang	Busuk Buah	Tikus/Tupai
2	M. Sukri	1. Adanya bercak coklat kehitaman 2. Pada daun muda nampak bintik-bintik coklat	Kanker Batang	Kepik Penghisap Buah

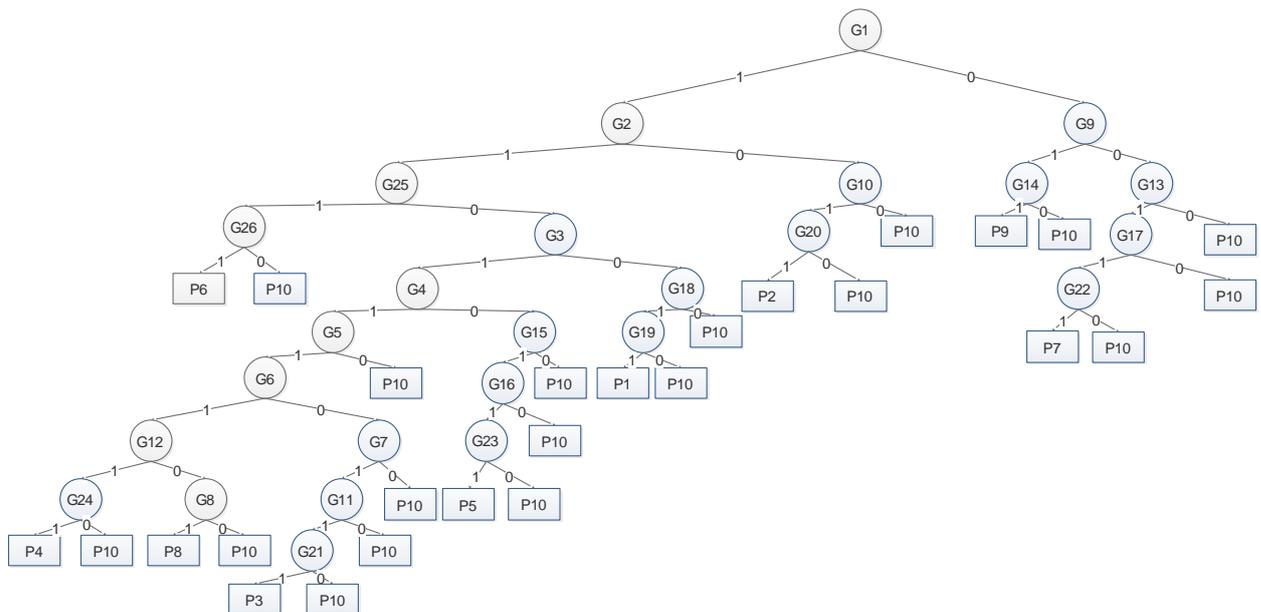
		<ol style="list-style-type: none"> 3. Buah muda menjadi layu, kering, dan mengeriput 4. Kulit buah berubah bentuk 		
3	Sainul Manan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Warna kuning buah tidak merata 2. Buah menjadi berlubang 3. Biji menghitam 	Vascular Streak Dieback	Penggerek Buah
4	Jumiati	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tanaman terinfeksi jamur 2. tampak daun-daun layu dan banyak yang tetap melekat pada cabang, meskipun sudah kering 3. Adanya benang-benang jamur tipis seperti sutera, berbentuk sarang laba-laba 	Jamur Upas	Jamur Upas
5	Muhammad Ramli	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengalami gugur daun 2. Tanaman terinfeksi jamur 3. Adanya bercak coklat kehitaman 4. Munculnya benang-benang jamur berlendir 5. Adanya benang-benang putih bercabang melekat pada akar 6. Permukaan akar dilapisi jamur berwarna merah/coklat tua 	Penyakit Antraknose	Jamur Akar
6	Muhammad Darmawan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tanaman terinfeksi jamur 2. Adanya bercak coklat kehitaman 3. Mengalami gugur daun 4. Ranting menjadi gundul 5. Pada daun muda nampak bintik bintik coklat 7. Pada buah muda nampak bintik-bintik coklat 8. Buah muda menjadi layu, kering, dan mengeriput 9. Mengalami gejala busuk kering pada ujung buah yang sudah tua 	Kepik Penghisap Buah	Penyakit Antraknose
7	Yusran Hadi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Daun menguning 2. Mengalami gugur daun 3. Ranting menjadi gundul 4. Tanaman terinfeksi jamur 5. Adanya bercak coklat kehitaman 6. Adanya bercak hijau kecil pada daun yang berbatas tegas 7. Adanya garis-garis berwarna coklat pada berkas pembuluh 	Kanker Batang	Vascular Streak Dieback
8	Darmawi Iskandar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adanya bercak coklat kehitaman 2. Kulit bagian dalam batang berwarna merah kecoklatan 3. Dalam batang atau cabangnya berwarna lebih gelap dan agak mengendap 4. Batang mengeluarkan cairan kemerahan 	Jamur Upas	Kanker Batang
9	Rabiatul Adawiyah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pada buah yang sakit timbul lapisan berwarna putih bertepung 2. Tanaman terinfeksi jamur 3. Adanya bercak coklat kehitaman 4. Tanaman membusuk dalam waktu 14-22 hari 	Penyakit Antraknose	Busuk Buah

Untuk mendiagnosa hama dan penyakit tanaman kakao diawali dengan gejala-gejala yang dialami oleh user dengan hasil suatu pengetahuan. Pada tabel berikut merupakan keputusan pakar untuk diagnosa hama dan penyakit tanaman kakao, yaitu :

Tabel 2.4 Keputusan Untuk Diagnosa Hama dan Penyakit Tanaman Kakao

No	Gejala	Penyakit & Hama								
		Busuk Buah	Kanker Batang	Vascular Streak Dieback	Penyakit Antraknose	Jamur Akar	Jamur Upas	Pengge rak Buah	Kepik Penghisap Buah	Tikus/ Tupai
G1	adanya bercak coklat kehitaman	*	*	*	*	*			*	
G2	tanaman terinfeksi jamur	*		*	*	*	*			
G3	mengalami gugur daun			*	*	*				
G4	Ranting menjadi gundul			*	*					
G5	pada buah muda nampak bintik-bintik coklat				*				*	
G6	buah muda menjadi layu, kering, dan mengeriput				*				*	
G7	Daun menguning			*						
G8	kulit buah berubah bentuk								*	
G9	buah menjadi berlubang									*
G10	batang mengeluarkan cairan kemerahan		*							
G11	adanya bercak hijau kecil pada daun yang berbatas tegas			*						
G12	pada daun muda nampak bintik-bintik coklat				*					
G13	warna kuning buah tidak merata							*		
G14	buah menjadi busuk									*
G15	munculnya benang-benang berlendir					*				
G16	permukaan akar berwarna merah/coklat tua					*				
G17	biji menjadi hitam							*		
G18	pada buah yang sakit timbul lapisan berwarna putih bertepung	*								
G19	tanaman membusuk dalam waktu 14-22 hari	*								
G20	dalam batang atau cabang berwarna lebih gelap dan agak mengendap		*							
G21	adanya garis-garis berwarna coklat pada berkas pembuluh			*						
G22	kulit bagian dalam batang berwarna merah kecoklatan							*		
G23	adanya benang-benang putih bercabang melekat pada akar					*				
G24	mengalami gejala busuk kering pada ujung buah yang sudah tua				*					
G25	terdapat benang-benang tipis seperti sutera, berbentuk sarang laba-laba						*			
G26	Terdapat daun-daun layu yang melekat pada cabang meskipun sudah kering						*			

Berikut gambar dibawah ini merupakan pohon keputusan berdasarkan tabel keputusan diatas:



Gambar 2.2 Pohon Keputusan Hama dan Penyakit Tanaman Kakao

Dengan adanya analisa tabel dan pohon keputusan diatas pada pembahasan yang telah ada maka dapat dibuat himpunan kaidah produksi data gejala hama dan penyakit tanaman kakao dengan menggunakan IF THEN, dimana IF sebagai inputan dari user dan THEN merupakan kesimpulan. Berikut salah satu contoh kaidah produksi tersebut, yaitu :

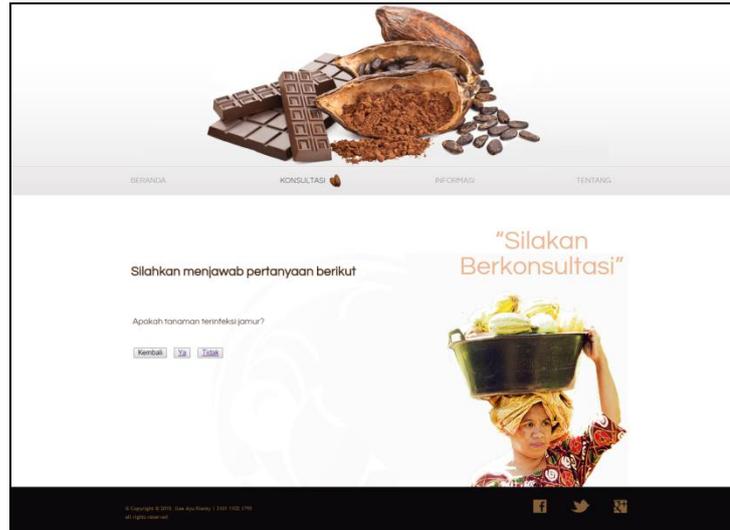
IF adanya bercak coklat kehitaman
 AND terinfeksi jamur
 AND buah menjadi berlubang
 AND terdapat benang-benang tipis seperti sutera dan berbentuk sarang laba-laba
 AND batang mengeluarkan cairan kemerahan
 AND buah menjadi busuk
 AND warna kuning buah tidak merata
 AND tampak daun-daun layu dan banyak yang tetap melekat pada cabang, meskipun sudah kering
 THEN Jamur Upas

Aturan atau rule diatas menunjukkan bahwa JIKA adanya bercak coklat kehitaman DAN terinfeksi jamur DAN buah menjadi berlubang DAN terdapat benang-benang tipis seperti sutera dan berbentuk sarang laba-laba DAN batang mengeluarkan cairan kemerahan DAN buah menjadi busuk DAN warna kuning tidak merata DAN tampak daun-daun layu dan banyak yang tetap melekat pada cabang, meskipun sudah kering MAKA penyakit yang terdeteksi adalah Jamur Upas.

3. Hasil dan Pembahasan

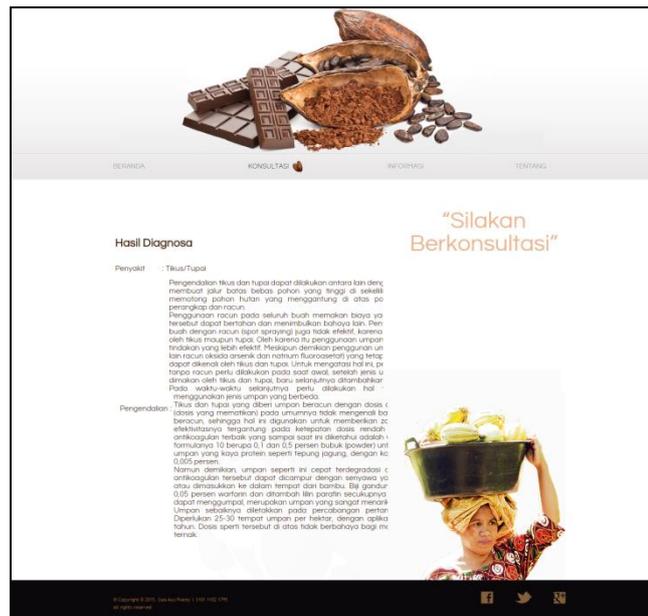
3.1. Hasil

Halaman konsultasi sistem pakar dengan cara menjawab pertanyaan sesuai dengan gejala yang dialami dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Halaman Konsultasi Hama dan Penyakit Tanaman Kakao

Setelah konsultasi selesai, secara otomatis akan muncul hasil diagnosa yang dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Halaman Hasil Diagnosa Hama dan Penyakit Tanaman Kakao

3.2. Pengujian sistem

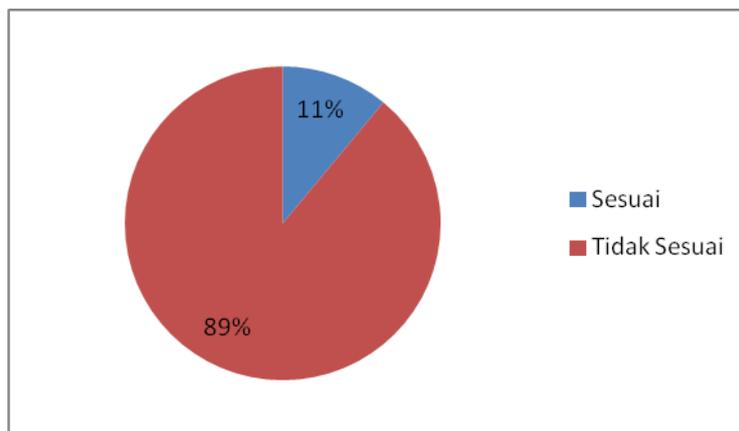
Ketidakesesuaian untuk pretest dan posttest dapat diperoleh dengan cara membandingkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Dengan data yang memiliki hasil tidak sama antara pengujian pretest dan posttest adalah sebanyak 8. Maka perhitungan untuk ketidakesesuaian sistem yaitu :

$$\text{Tidak Sesuai} = \frac{8}{9} \times 100 = 89 \%$$

Sedangkan kesesuaian sistem didapat dengan menghitung data yang memiliki hasil yang sama dengan pengujian pretest dan posttest adalah sebanyak 1. Maka perhitungan untuk kesesuaian sistem yaitu :

$$\text{Sesuai} = \frac{1}{9} \times 100 = 11\%$$

Berikut pada tabel 3.3 dapat dilihat grafik perbandingan pretest dan posttest berdasarkan perhitungan diatas:



Gambar 3.3 Grafik Perbandingan *Pretest* dan *Posttest*

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan yaitu, sistem pakar diagnosa hama dan penyakit tanaman kakao ini dapat membantu para petani untuk mengetahui jenis hama atau penyakit yang menyerang tanaman mereka dan bagaimana cara mengendalikannya.

Pada pengujian pretest dan posttest buku dan pakar dengan sistem didapatkan hasil kesesuaiannya sebesar 100%. Sedangkan pada diagnosa petani dengan sistem, tingkat ketidakkesesuaiannya sebesar 89% dan kesesuaiannya hanya sebesar 11% yang menandakan bahwa pengetahuan petani tentang hama dan penyakit serta cara mengendalikannya masih kurang sehingga sistem pakar ini bisa digunakan sebagai alternatif untuk membantu petani mengatasi permasalahan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, (2015). *Statistik Perkebunan Indonesia 2014-2016*, Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan
- [2] Bruce G. Buchanan & Edward H. Shortliffe, (1984). *Rule Based Expert Systems: The Mycin Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project*, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co.
- [3] Derwin, S. at al., (2013). Expert System in Detecting Coffee Plant Diseases, *International Journal of Electrical Energy*, 1(3), 156-162.
- [4] Yazdi, M., Handono, G.F., (2013), Sistem Pakar Fuzzy Penentuan Kualitas Kakao, *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 1(2), 173-192
- [5] P. Mercy Nesa Rani, T. Rajesh and R. Saravanan, (2011), Expert Systems in Agriculture: A Review, *Journal of Computer Science and Applications. International Research Publication House*, 3(1), 59-71
- [6] Kusumadewi, S. (2003). *Struktur Sistem Pakar*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [7] S. Russell, P. Norvig, (2010), *Artificial Intelligence: A Modern Approach, 3rd Ed.* New Jersey: Pearson Education Inc. 240.
- [8] Jon Freeman, (1991), *Parallel Algorithms for Depth First Search*, Technical Report, University of Pennsylvania