

**SISTEM PAKAR UNTUK IDENTIFIKASI PENYAKIT
TANAMAN CABAI BESAR MERAH (*Capsicum annuum* L.)**

Expert System for Identification of Red Pepper Plant (*Capsicum annuum* L.) Diseases

Sitti Eha Faihah¹⁾, Kudang Boro Seminar²⁾, Suryo Wiyono³⁾

ABSTRACT

*Identification of plant disease is an important step to decide how it will control. This paper discusses the design and development of an expert system for identification of 12 general diseases of red pepper plant (*Capsicum annuum* L.). Disease identification in this software system was based on the visual symptom of disease(s) in various plant growth stages, similar to the standard rules in plant protection science. The prototype of this software system was implemented by EXSYS Professional for Microsoft Windows (WINEXSYS) version 5.0 and worked under Windows '95 operation system. This software system is user-friendly and equipped by image-visualization that describe disease symptoms.*

Keywords: Sistem pakar, Winexsys, Cabe merah besar

PENDAHULUAN

Kualitas suatu produk pertanian ditentukan oleh proses budidayanya, salah satu diantaranya adalah perlindungan tanaman terhadap penyakit. Tanaman cabai besar merah (*Capsicum annuum* L.) cukup rentan terhadap penyakit sejak dalam bentuk benih sampai tanaman tersebut menghasilkan buah. Serangan penyakit dapat menimbulkan kerugian dalam kualitas maupun kuantitas. Untuk meminimalkan kerugian maka se-

rangan penyakit perlu dikendalikan secara tepat dan cepat sesuai dengan jenis penyakitnya. Identifikasi jenis penyakit beserta pengendaliannya tersebut dapat dilakukan oleh orang yang telah berpengalaman hanya dengan memperhatikan gejala atau serangkaian gejalanya saja.

Kemajuan sains dan teknologi komputer saat ini memungkinkan kemampuan seorang yang berpengalaman tersebut dipindahkan ke sebuah perangkat lunak komputer yang disebut sistem pakar (*expert*

¹⁾ Alumnus Jurusan Teknik Pertanian, Fateta IPB

²⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fateta IPB

³⁾ Staf Pengajar Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Faperta IPB

system). Sistem pakar adalah sebuah perangkat lunak komputer yang memiliki pengetahuan untuk domain tertentu dan menggunakan penalaran inferensi menyerupai seorang pakar dalam memecahkan masalah (Azis, 1994).

McLeod (1995) menyatakan bahwa sistem pakar terdiri dari empat komponen utama yaitu basis pengetahuan (*knowledge base*), mesin inferensi (*inference engine*), antar muka pemakai (*user interface*) serta mesin pembangun (*development engine*).

Basis pengetahuan merupakan inti dari suatu sistem pakar. Basis pengetahuan menyimpan, mengorganisasikan serta merepresentasikan pengetahuan. Pengetahuan tersebut dapat bersifat dangkal atau deklaratif seperti fakta yang berisi informasi tentang obyek, peristiwa atau situasi. Selain itu, pengetahuan dapat pula bersifat mendalam atau dinamik atau disebut juga prosedural seperti model dan kaidah (*rule*) yang merupakan informasi tentang cara bagaimana membangkitkan fakta baru dari fakta yang sudah diketahui.

Pengetahuan diperoleh melalui proses akuisisi pengetahuan yaitu proses penyerapan dan pengisian pengetahuan dari pakar yang dilakukan oleh *knowledge engineer*. Pengetahuan dapat diperoleh secara langsung dari pakarnya maupun melalui studi pustaka dari buku, jurnal atau media lain yang relevan untuk menyerap pengetahuan pakar yang telah dipublikasikan.

Zahedi (1993) secara garis besar membagi metoda representasi

pengetahuan (*knowledge representation*) menjadi dua, yaitu representasi pengetahuan berbasis logika (*logic-based knowledge representation*) yang digunakan untuk pengetahuan yang bersifat prosedural serta representasi pengetahuan berbasis obyek (*object-based knowledge representation*) untuk pengetahuan deklaratif. Representasi pengetahuan berbasis logika terdiri dari representasi pengetahuan berbasis kaidah (*rule-based*) atau kaidah produksi (*production-rules*) dan predikat (*predicates*).

Menurut Ignizio (1990) metoda berbasis kaidah merupakan suatu metoda penalaran yang membangun sekumpulan kaidah yang merepresentasikan pengetahuan dan kaidah-kaidah tersebut digunakan untuk pengambilan kesimpulan.

Mesin inferensi memuat mekanisme penalaran yang digunakan oleh seorang pakar dalam mengolah isi dari basis pengetahuan. Terdapat dua mekanisme penalaran menurut McLeod (1995) yaitu penalaran maju (*forward reasoning/forward chaining*) dan penalaran mundur (*reverse reasoning/backward chaining*).

Dalam penalaran mundur dimulai dari tujuan kemudian dicari fakta-fakta yang mendukung untuk pencapaian tujuan itu. Adapun penalaran maju dimulai dari pencarian fakta atau data untuk menentukan tujuannya. Sistem pakar umumnya menggunakan gabungan dari kedua penalaran tersebut. Hal itu dianggap efektif karena dengan menggunakan asumsi awal, kesimpulan dapat diturunkan dengan pena-

laran maju dan pada saat yang bersamaan suatu alternatif kesimpulan dapat dibuktikan kebenarannya dengan penalaran mundur sehingga keduanya membentuk pembuktian yang lengkap.

Antar muka pemakai memungkinkan interaksi antara pemakai dengan sistem. Pemakai memberi *input* berupa instruksi atau informasi ke dalam sistem dan menerima *output* berisi solusi dari sistem. Sistem pakar memungkinkan pula memberikan *output* kepada pemakai berupa penjelasan terhadap pertanyaan pemakai serta penjelasan terhadap proses penalaran sistem (*reasoning trace explanation*).

Ada dua jenis mesin pembangun yang dapat digunakan untuk membangun sistem pakar, yaitu bahasa pemrograman dan cangkang (*shell*). Cangkang merupakan sebuah program sistem pakar yang basis pengetahuannya masih kosong (Azis, 1994).

Salah satu cangkang yang dapat dijalankan pada IBM PC dan kompatibelnya adalah *EXSYS Profesional for Microsoft Windows (WINEXSYS)* yang dibuat oleh EXSYS Inc. Cangkang ini bekerja pada sistem operasi Windows minimal versi 3.1 dan membutuhkan memori minimum 640 kbyte (EXSYS Inc, 1994). *WINEXSYS* menyediakan fasilitas pemrograman berbasis logika (*logic based programming*) yang didukung oleh *Graphical User Interface* sehingga memudahkan pemakai (*user*) berkomunikasi dengan sistem pakar (EXSYS Inc., 1994).

Penelitian ini bertujuan untuk membangun suatu alat bantu (*tool*) berupa sistem pakar yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyakit yang menyerang tanaman cabai besar merah (*Capsicum annuum L.*). Sistem pakar ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh para petani penanam cabai merah besar (*Capsicum annuum L.*), para penyuluh pertanian, Pengamat Hama dan Penyakit (PHT) serta Laboratorium Pengamatan dan Peramalan Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura (Laboratorium PPHPTPH).

PEMBANGUNAN SISTEM PAKAR

Pembangunan sistem dilaksanakan secara bertahap berdasarkan siklus hidup pembangunan sistem menurut Zahedi (1993), yaitu :

A. Analisis Sistem (*System Analysis*)

Dalam tahap ini didefinisikan permasalahan yang akan diatasi dengan pembangunan sistem yaitu membantu melakukan identifikasi penyakit pada tanaman cabai besar merah (*Capsicum annuum L.*) dengan penyajian informasi cara pengendalian penyakit serta hal-hal utama yang mendukung timbulnya penyakit.

Domain pengetahuan sistem adalah 12 jenis penyakit tanaman cabai besar merah (*Capsicum annuum L.*) yang umum menyerang selama tanaman mengalami delapan tahap pertumbuhan.

Secara garis besar, tahap pertumbuhan tanaman cabai besar

merah khususnya yang hidup di dataran rendah tropis adalah seperti yang terdapat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Tahap Pertumbuhan Tanaman Cabai Besar Merah

Lokasi	Tahap Pertumbuhan	Kisaran Hari
Persemaian	Penebaran benih sampai kemunculan kecambah	6 - 12
	Kemunculan kecambah sampai pemindahan tanaman	20 - 26
Lapangan	Pemindahan tanaman sampai pembentukan bunga pertama	12 - 26
	0 sampai 50 % tanaman berbunga	7 - 32
	50 % tanaman berbunga sampai 50 % tanaman berbuah	3 - 23
	50 % tanaman berbuah sampai panen pertama	14 - 30
	Panen pertama sampai 50 % buah dipanen	7 - 70
	50 % buah dipanen sampai panen terakhir	5 - 37
Periode pertumbuhan total		121 - 180

Sumber : Vos, 1994

Adapun penyakit yang umum menyerang tanaman cabai besar merah menurut Semangun (1989), Suryaningsih *et al.* (1996) dan Vos (1994) tersaji dalam Tabel 2.

Output dari sistem ini adalah prediksi penyakit yang menyerang tanaman cabai besar merah dan tindakan pengendalian responsifnya berdasarkan *input* gejala yang dimasukkan pemakai.

Pengendalian responsif merupakan pengendalian yang dilakukan langsung pada saat tanaman menunjukkan gejala penyakit misalnya dengan menyemprotkan fungisida,

memotong bagian yang sakit lalu membakarnya. Gejala (*symptom*) adalah perubahan-perubahan yang ditunjukkan oleh tumbuhan itu sendiri sebagai akibat dari adanya penyebab penyakit (Semangun, 1996).

Tabel 2. Daftar Jenis Penyakit Tanaman Cabai Besar Merah

No	Jenis Penyakit	Tahap Pertumbuhan Tanaman							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	<i>Damping-off</i>								
2.	Antraknosa								
3.	Bercak Daun Sekospora								
4.	Virus								
5.	Layu Bakteri								
6.	Busuk Pangkal Batang								
7.	Layu Fusarium								
8.	Embun Tepung								
9.	Busuk Buah Fitoptora								
10.	Kekurangan Air								
11.	<i>Blossom End Rot</i>								
12.	<i>Sunscald</i>								

Keterangan :

- 1 : Penebaran benih sampai kemunculan kecambah
- 2 : Kemunculan kecambah sampai pemindahan tanaman
- 3 : Pemindahan tanaman sampai pembentukan bunga pertama
- 4 : 0 sampai 50 % tanaman berbunga
- 5 : 50 % tanaman berbunga sampai 50 % tanaman berbuah
- 6 : 50 % tanaman berbuah sampai panen pertama
- 7 : Panen pertama sampai 50 % buah dipanen
- 8 : 50 % buah dipanen sampai panen terakhir

B. Desain Logika (*Logical Design*)

Dalam *logical design* dilakukan akuisisi pengetahuan. Pengetahuan yang digunakan untuk membangun sistem pakar ini merupakan hasil wawancara *knowledge engineer* dengan pakar penyakit tanaman serta ditunjang oleh hasil pengorganisasian beberapa literatur yang mendukung.

C. Desain Fisik (*Physical Design*)

Dalam *physical design* dilakukan penentuan perangkat lunak dan perangkat keras, desain fisik dari basis pengetahuan serta desain antar muka pemakai. Sistem Pakar Identifikasi Penyakit Tanaman Cabai Besar Merah (*Capsicum annum* L.) dibuat untuk komputer *stand alone* (PC) dengan konfigurasi minimum prosesor 486, RAM 8 MB, memiliki cakram keras (*harddisk*) serta *mouse*. Adapun perangkat lunak yang digunakan adalah *EXSYS Profesional for Microsoft Windows (WINEXSYS)* versi 5.0 dan bekerja pada sistem operasi *Windows 95*.

Desain fisik basis pengetahuan dilakukan dengan mengolah hasil akuisisi pengetahuan. Dalam hal ini, basis pengetahuan dikembangkan dengan membuat diagram alir sistem yang dinyatakan dalam diagram pohon.

Desain antar muka pemakai dilakukan dengan merancang bentuk dialog yang dibutuhkan oleh pemakai, pertanyaan-pertanyaan apa yang perlu dipertanyakan, bentuk pertanyaan bagaimana yang digunakan serta bentuk informasi apa yang akan diberikan kepada pemakai. Dalam

sistem pakar ini pertanyaan yang ditanyakan adalah tahap pertumbuhan tanaman, bagian tanaman yang terserang penyakit serta gejala-gejala penyakit yang terlihat di setiap bagian tanaman. Sedangkan bentuk pertanyaan yang digunakan ada dua, yaitu pertanyaan yang membutuhkan pemilihan salah satu jawaban dari beberapa alternatif jawaban oleh pemakai serta jawaban yang membutuhkan jawaban ya atau tidak dari pemakai (*yes/no question*).

Adapun informasi yang diberikan adalah tentang tahap pertumbuhan tanaman, penyebab penyakit, faktor yang mempengaruhi penyakit atau tindakan pengendalian *pre-emptive*. Pengendalian *pre-emptive* merupakan pengendalian yang dilakukan untuk meminimalkan penyakit berdasarkan pengalaman terdahulu.

D. Pengkodean (*Coding*)

Pada tahap ini dilakukan perubahan hasil desain menjadi program yang dapat dibaca komputer. Dalam tahap ini digunakan bahasa pemrograman *WINEXSYS Profesional* versi 5.0. Pengetahuan yang tergambar dalam diagram pohon, dibuat dalam bentuk kaidah untuk mengolah data menjadi kesimpulan. Basis pengetahuan direpresentasikan dengan metoda kaidah produksi (*production-rules*). Basis pengetahuan disusun dalam bentuk IF-THEN atau IF-THEN-ELSE.

Seluruh tampilan dialog serta informasi sistem dibuat melalui *Exdesign WINEXSYS Profesional* versi 2.1.

Visualisasi (berbentuk citra) deskripsi gejala yang dimaksud sistem digunakan untuk fasilitas *on-line picture*. Visualisasi tersebut diperoleh dari program aplikasi *Microsoft Photo Editor*, *Paintbrush* atau *Corel Draw* yang memiliki fasilitas format PCX.

E. Pengujian (*Testing*)

Pengujian dilakukan dengan menjalankan sistem dan memasukkan gejala penyakit yang ditemukan pada bagian tertentu dari tanaman dalam tahap pertumbuhan tertentu. Sistem pakar yang handal akan menghasilkan keluaran yang sesuai dengan jawaban yang dikehendaki. Selain itu, dilakukan pula pengujian terhadap aliran inferensi basis pengetahuannya dengan cara menjalankan sistem dan membandingkan proses identifikasi sistem terhadap proses identifikasi yang dilakukan pakarnya seperti yang tergambar dalam diagram pohon. Bila terdapat kesalahan atau ketidakwajaran solusi maka sistem diperbaiki dengan melihat tahap mana yang menyebabkan kesalahan.

Pengujian lainnya adalah pengujian kemampuan interaksi sistem dengan pemakai. Sistem dijalankan dan pemakai berusaha untuk mengerti tampilan-tampilan sistem yang berisi pertanyaan, informasi atau saran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan dari sistem pakar untuk identifikasi penyakit tanaman cabai besar merah (*Capsi-*

cum annuum L.) yang telah dibangun terdiri dari 46 kaidah (*rules*), 17 pengkualifikasi (*qualifiers*) serta 24 pilihan solusi (*choices*) dan membutuhkan tempat sebesar 4,934 MB. Basis pengetahuan ini memuat pula pertanyaan, informasi serta visualisasi (berbentuk citra) berbagai gejala.

B. Masukan Dan Keluaran Program

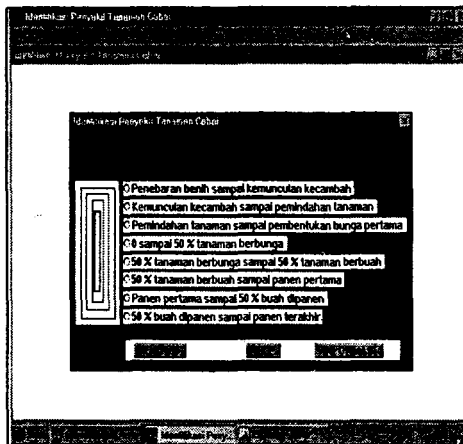
Pemakai memberikan masukan data kepada sistem pakar sesuai dengan pertanyaan yang diajukan sistem. Data yang dimasukkan merupakan kriteria-kriteria yang diperlukan untuk proses penarikan kesimpulan. Kriteria yang dipakai berupa pertanyaan yang membutuhkan pemilihan salah satu jawaban dari beberapa alternatif jawaban oleh pemakai dan pertanyaan ya atau tidak (*yes/no questions*).

Sistem pakar ini dibuat dalam bentuk tanya jawab yang interaktif yang didukung oleh antar muka pemakai (*user interface*) berbasis grafik (*Graphical User Interface*). Hal tersebut dimaksudkan untuk mempermudah pemakai (*user friendly*). Pemasukkan data dilakukan dengan bantuan *mouse* atau *keyboard*.

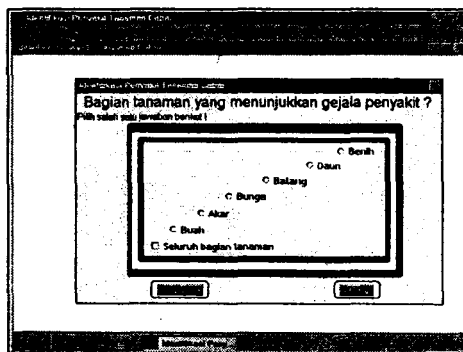
Sistem selalu mengawali dialog dengan menampilkan menu utama yang berisi tahap pertumbuhan tanaman yang akan diidentifikasi penyakitnya, seperti yang tersaji dalam Gambar 1.

Selanjutnya dengan memilih salah satu tahap, kecuali tahap Penebaran benih sampai kemunculan kecambah, sistem akan menampilkan pertanyaan bagian tanaman yang menunjukkan

gejala penyakit pada tahap tersebut seperti yang terlihat dalam Gambar 2. Dengan memilih salah satu jawaban tersebut, sistem akan menampilkan gejala dari masing-masing bagian. Adapun pemilihan tahap Penebaran benih sampai kemunculan kecambah pada menu utama akan langsung membawa pemakai pada tampilan gejala penyakit pada benih seperti yang terdapat dalam Gambar 3.

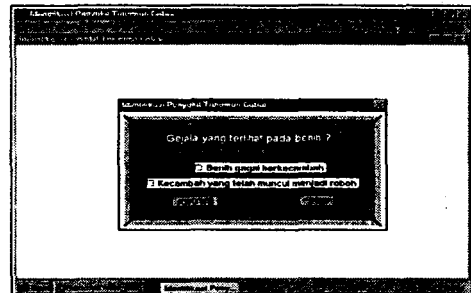


Gambar 1. Tampilan Menu Utama

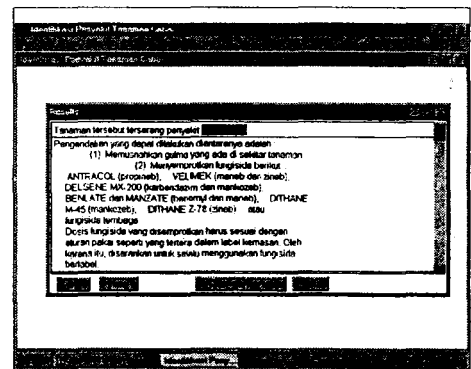


Gambar 2. Tampilan Pertanyaan Bagian Tanaman

Dengan memilih salah satu jawaban di setiap tampilan dan diakhiri dengan meng-klik OKE, sistem akan menampilkan pertanyaan berikutnya hingga sampai pada kesimpulan (*results*). Salah satu contoh tampilan yang membutuhkan jawaban ya atau tidak (*yes/no questions*) tersaji dalam Gambar 5.



Gambar 3. Tampilan Pertanyaan Gejala pada Benih

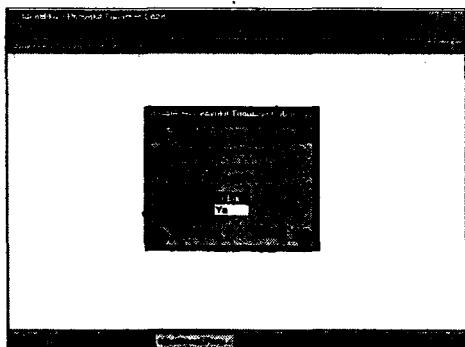


Gambar 4. Contoh Tampilan Kesimpulan Sistem

Kesimpulan sistem terdiri dari prediksi nama penyakit serta tindakan pengendalian responsifnya. Apabila tidak ada satupun kaidah yang terpenuhi dalam proses pengambilan kesimpulan maka pada layar Results akan tertulis: Gejala tersebut biasanya tidak ditemukan pada tanaman dalam

tahap pertumbuhan ini. Contoh tampilan kesimpulan sistem dapat dilihat dalam Gambar 4.

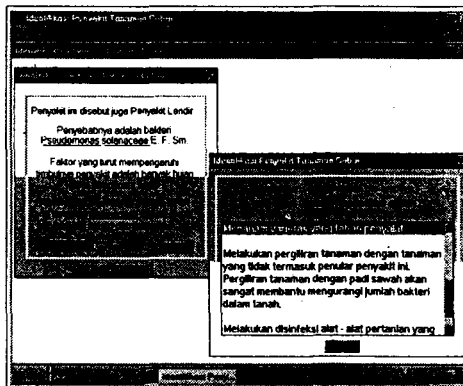
Melalui tampilan *Results*, pemakai dapat menggunakan fasilitas *hypertext* untuk mengetahui lebih jauh informasi tentang penyebab penyakit serta faktor yang mempengaruhi timbulnya penyakit dengan cara meng-klik dua kali kata-kata yang bertanda biru. Salah satu contoh tampilan *hypertext* dapat dilihat pada Gambar 6. Melalui tampilan *hypertext* tersebut dapat pula diakses *hypertext* lainnya yang berisi tentang pengendalian pre-emptive dengan meng-klik tombol PENCEGAHAN atau meng-klik tombol GAMBAR bila akan melihat visualisasi dari penyakit yang menjadi kesimpulan sistem.



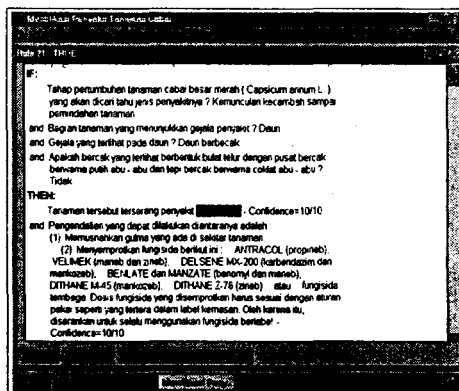
Gambar 5. Contoh Tampilan *Yes/No Questions*

Bila pemakai mengklik dua kali kata-kata yang tidak bertanda biru pada tampilan *Results* maka sistem akan menampilkan *HOW Displays* yang menggambarkan proses penalaran sistem untuk menghasilkan kesimpulan (*reasoning trace explanation*). *HOW Displays* dapat

pula dipanggil dengan cara meng-klik salah satu bagian kesimpulan lalu mengklik tombol *HOW*. Tampilan *Reasoning Trace Explanation* disajikan dalam Gambar 7.



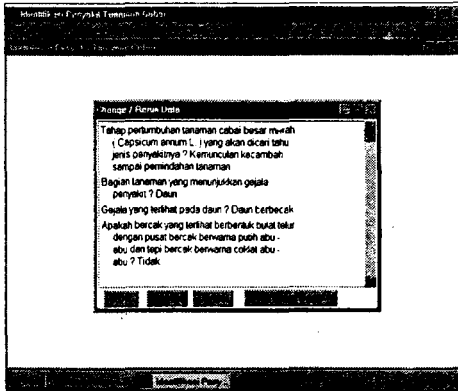
Gambar 6. Contoh Tampilan *Hypertext*



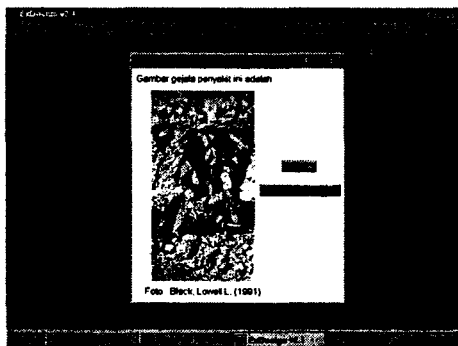
Gambar 7. Contoh Tampilan *Reasoning Trace Explanation*

Bila sistem telah sampai pada kesimpulan dan pemakai menginginkan melakukan perubahan pada masukan data yang telah dilakukan maka pemakai dapat mengklik tombol *Change/Rerun* pada layar *Results*. Selanjutnya akan ditampilkan layar *Change/Rerun Data* seperti pada Gambar 8 yang berisi semua

bagian alur pertanyaan berikut jawabannya. Perubahan dapat dilakukan dengan meng-klik salah satu bagian lalu klik *Change*. Kemudian lakukan perubahan jawaban atau masukan data dan sistem dijalankan kembali dengan meng-klik *Run* hingga diperoleh kesimpulan berdasarkan perubahan tersebut.



Gambar 8. Contoh Tampilan *Change/Rerun Data*

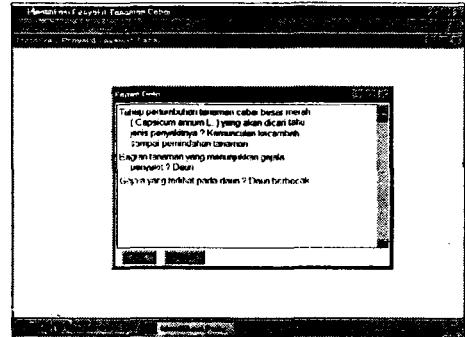


Gambar 9. Contoh Tampilan *On-Line Picture*

Apabila perubahan masukan data akan dilakukan pada saat proses pemasukan data maka pemakai dapat membuka menu *Questions* dan memilih *Undo Previous Answer*

untuk membatalkan masukan data sebelumnya.

Sistem dilengkapi dengan fasilitas *on-line picture* sehingga pada beberapa tampilan terdapat tombol G yang dapat di-klik untuk melihat visualisasi gejala yang dimaksud sistem. Contoh visualisasi gejala dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 10. Contoh Tampilan *On-Line Known*

Sistem pakar ini dilengkapi pula dengan fasilitas *on-line known* yang memungkinkan pemakai mengetahui data yang telah dimasukkan dengan cara meng-klik KNOWN di setiap tampilan. Contoh tampilan *on-line known* tersaji dalam Gambar 10.

C. Pengujian Paket Program Sistem Pakar

Pengujian paket program dilakukan untuk menguji kehandalan sistem mulai dari basis pengetahuan, mekanisme penalaran hingga kemampuan interaksi sistem dengan pemakai. Pengujian yang dilakukan masih terbatas pada skala laboratorium, belum diuji secara langsung di lapangan oleh target pemakai.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa fungsi-fungsi utama sistem telah bekerja dengan baik. Hal tersebut dapat diketahui dengan adanya kesesuaian pertanyaan dan pemasukan jawaban serta kesimpulan sistem dengan diagram pohon sistem yang mewakili pengetahuan dan mekanisme penalaran pakar.

Dalam pemasukan data, tidak ditemukan masalah yang berarti karena tampilan sistem sederhana dan pertanyaan yang diajukan sistem mudah dipahami. Namun di beberapa tampilan, terdapat istilah yang hanya biasa digunakan dalam disiplin ilmu proteksi tanaman sehingga dapat membingungkan pemakai.

D. Keuntungan Sistem Pakar

Sistem memiliki beberapa keuntungan, diantaranya adalah :

1. Sistem mampu menyimpan input dan output yang dihasilkan.
2. Sistem dapat memanggil kembali data yang telah disimpan dan dapat digunakan lagi.
3. Sistem dapat memperlihatkan bagaimana suatu kesimpulan dapat diambil.
4. Perubahan pengetahuan untuk penyempurnaan sistem dapat dilakukan dengan mudah tanpa harus merubah seluruh basis pengetahuannya.
5. Proses identifikasi menjadi lebih cepat sehingga dapat segera dilakukan tindakan pengendalian sebelum kondisi tanaman semakin buruk atau sebelum penyakit tersebut menular ke tanaman lain. Hal tersebut diharapkan dapat mengurangi

kerugian hasil dan biaya pengendalian.

6. Sistem dapat membantu pemakai mengantisipasi timbulnya penyakit yang sama untuk periode penanaman selanjutnya atau untuk lokasi penanaman baru karena dilengkapi dengan informasi tentang pengendalian pre-emptive.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Dalam pembangunan sistem pakar ini, telah berhasil dibangun sistem pakar yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi 12 jenis penyakit yang umum menyerang tanaman cabai besar merah (*Capsicum annum* L.). Sistem pakar ini memiliki 46 kaidah (*rules*), 17 pengkualifikasi (*qualifiers*) dan 24 pilihan solusi (*choices*) dengan kebutuhan tempat sebesar 4,934 MB.
2. Metoda identifikasi penyakit yang diterapkan dalam sistem pakar menggunakan kaidah-kaidah baku yang biasa digunakan dalam disiplin ilmu proteksi tanaman.
3. Sistem pakar didesain agar mudah digunakan oleh pemakai (*user friendly*) serta dilengkapi dengan visualisasi (berupa citra) berbagai gejala penyakit.
4. Pemakai dapat memasukkan data dengan cara memilih salah satu alternatif jawaban yang ditampilkan sistem dengan menggunakan *mouse* atau *keyboard*.

B. Saran

Sistem masih memiliki beberapa keterbatasan, oleh karena itu perlu dilakukan penyempurnaan terhadap keterbatasan sistem berikut ini, yaitu:

1. Sistem hanya dapat mengidentifikasi 12 jenis penyakit tanaman cabai besar merah (*Capsicum annum* L.) padahal jumlah dan variasi penyakit pada tanaman tersebut cukup besar.
2. Sistem hanya dapat dieksekusi di dalam lingkungan WINEXSYS.
3. Sistem belum dapat membaca data eksternal dari aplikasi program lain.
4. Sistem belum dapat dijalankan pada sistem *multi user*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, George N. 1969. Plant Pathology. Academic Press Inc. New York.
- Azis, F. 1994. Belajar Sendiri Pemrograman Sistem Pakar. PT. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Black, Lowell L., S.K. Green, G. L. Hartman and J.M. Poulos. 1991. Pepper Diseases : A Field Guide. Asian Vegetable Research and Development Center, AVRDC Publication. Taipei.
- EXSYS, Inc. 1994. EXSYS's Rule Book User's Guide. Albuquerque, New Mexico.
- Faihah, Sitti Eha. 1999. Sistem Pakar untuk Identifikasi Penyakit Tanaman Cabai Besar Merah (*Capsicum annum* L.). Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian. IPB, Bogor.
- Ignizio, James P. 1991. Introduction to Expert Systems: The Development and Implementation of Rule-Based Expert Systems. McGraw-Hill Inc. New York.
- Levine, Robert I., Diane E. Drang, Barry Edelson. 1990. AI and Expert Systems: A Comprehensive Guide, C Language, Second Edition. McGraw-Hill Inc. New York.
- McLeod, Raymond. 1995. Sistem Informasi Manajemen : Studi Sistem Informasi Berbasis Komputer Jilid II. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Pracaya. 1994. Bertanam Lombok. Kanisius. Yogyakarta.
- Schalkoff, Robert J.. 1990. Artificial Intelligence : An Engineering Approach. McGraw-Hill Inc. New York.
- Semangun, H. 1989. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun, H. 1996. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suryaningsih, E., Rahmat Sutarya. Ati Srie Duriat. 1996. Penyakit tanaman cabai merah dan pengendaliannya dalam Teknologi Produksi Cabai Merah. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Pusat Penelitian Pengembangan Hortikultura. Lembang, Bandung.
- Vos, J.G.M.. 1994. Pengelolaan Tanaman Terpadu pada Cabai (*Capsicum* spp.) di Dataran

Rendah Tropis. Tesis. Universitas Pertanian Wageningen, Belanda.
Zahedi, Fatemeh. 1993. Intelligent Systems for Business: Expert

Systems with Neural Networks. Wadsworth, Inc., Belmont, California.