

**RANCANG BANGUN PROGRAM APLIKASI SISTEM PAKAR
UNTUK DIAGNOSIS HAMA UTAMA KEDELAI**
**DESIGN AND IMPLEMENTATION OF EXPERT SYSTEM APPLICATION PROGRAM
FOR SOYBEAN PLANT MAJOR
PESTS DIAGNOSIS**

Atman Roja

*Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat, Jl. Raya Padang-Solok Km. 40 Sukarami-Solok 27366
E-mail : at_roja@yahoo.com*

(Makalah diterima, 5 Agustus 2011 – Disetujui, 25 Juni 2012)

ABSTRAK

Kehilangan hasil kedelai akibat serangan hama dapat menurunkan hasil sampai 80%, bahkan puso apabila tidak ada tindakan pengendalian. Kendala utama dalam melakukan pengendalian adalah sukarnya petani atau penyuluh dalam mendiagnosis jenis hama utama yang menyerang tanaman kedelai di lapangan secara dini/cepat sehingga berakibat tidak tepatnya teknologi pengendaliannya baik secara mekanis, biologis, atau kimiawi. Untuk membantu petani atau penyuluh dalam pengambilan keputusan lebih dini dan cepat, perlu adanya alat bantu yang mudah digunakan dan mudah dipahami. Salah satu teknologi yang berkembang saat ini untuk pengambilan keputusan tersebut adalah memanfaatkan Aplikasi Sistem Pakar. Perancangan dan pengembangan sistem pakar pengendalian hama utama kedelai (*Sipakar Hatmalai*) di lakukan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sumatera Barat di Sukarami Solok dan Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang pada bulan Maret sampai September 2009. Metodologi yang digunakan berbasiskan proses (*process-oriented methodologies*) yang merupakan sebuah teknik *model driven* yang berorientasi pada proses. Hasil perancangan dan pengembangan serta menggunakan basis pengetahuan sistem pakar ini berupa 15 jenis hama utama yang menyerang tanaman kedelai, tujuh lokasi kerusakan tanaman kedelai, dan 53 jenis gejala kerusakan tanaman kedelai, serta 166 macam kaidah. Sedangkan basis pengetahuan solusi berupa 15 macam teknologi pengendalian hama utama kedelai dengan nilai faktor kepastian (*Certainty Factor*, CF) berkisar 0,8-1,0. Tampilan antar muka sistem pakar ini terdiri dari dua bentuk, yaitu tampilan untuk *user* pakar dan *user* non pakar (penyuluh/petani). Pakar dapat melakukan perbaikan pengetahuan berupa: basis pengetahuan dan basis aturan. Sedangkan *user* non pakar (penyuluh/petani) hanya dapat memanfaatkan fasilitas konsultasi.

Untuk lebih sempurnanya Sipakar Hatmalai ini, perlu dilakukan perbaikan dan penambahan input data dan kaidah (*rule*) dalam mendiagnosis hama utama tanaman kedelai. Selain itu, sebelum *Sipakar Hatmalai* ini diaplikasikan ke pengguna, sebaiknya dilakukan uji coba terlebih dahulu.

Kata kunci: rancang bangun, diagnosis, hama utama, kedelai, sistem pakar, teknologi pengendalian pangan

ABSTRACT

Pest infestation to soybean plant results in yield losses up to 80%. Therefore, it needs to be controlled properly. The main problem in controlling it is that farmers and extension workers are difficult to promptly diagnose the types of main pest infecting the plant in the field.

In consequence to the technology applied to control it is not appropriate. Whether it is mechanically, biologically, and chemically. To help them in making prompt decision, a user friendly tool need to be developed. One of the tools is an expert system. The development and implementation of the system were carried out at Indonesian Assessment Institute for Agricultural Technology (IAIAT) of West Sumatera Province and Universitas Putra Indonesia, Padang. The project was conducted from March to September 2009. The methodology applied in designing, developing, and implementing. The system was process-oriented methodology that is a model driven technique orienting to a process. The expert system generated uses based knowledge of 15 pests types attaching soybean plant, 7 sites of plant damage, 53 damage symptoms, and 166 nules. While the knowledge base is 15 technologies of main pest management having certainty factor/CF around 0.8 – 1.0. The system interface consists of two forms, that are one for advanced user and the another one for farmer or extension worker. The advanced one

is able to improve the existing knowledge as well as the rules and the non advanced just consult to the system. The developed system need to be further developed to make it comprehensive. The system is also called “Sipakar Hatmalai”.

Kata kunci: design and development, expert system, soybean, major pests, diagnosis, pest control technology

PENDAHULUAN

Di Indonesia, tanaman kedelai merupakan salah satu komoditas tanaman pangan penting setelah padi dan jagung. Kebutuhan rata-rata kedelai mencapai 2 juta ton per tahun sedangkan produksi kedelai dalam negeri hanya 0,8 juta ton per tahun sehingga untuk memenuhinya diperlukan impor sebanyak 1,2 juta ton per tahun. Permasalahan rendahnya produksi kedelai antara lain disebabkan masih rendahnya rata-rata hasil di tingkat petani yaitu sekitar 1,2 t/ha, sedangkan potensi hasilnya bisa mencapai 2 t/ha. Bahkan, bila dibudidayakan di lingkungan yang subur mampu menghasilkan 2,5-3 t/ha. Penyebab rendahnya rata-rata hasil di tingkat petani adalah adanya serangan hama. Tanaman kedelai sejak tumbuh ke permukaan tanah sampai panen tidak luput dari serangan hama. Menurut Okada *et al.* (1988), terdapat 111 jenis serangga hama yang menyerang tanaman kedelai, 20 jenis diantaranya dapat menimbulkan kerugian ekonomis setiap tahunnya. Kehilangan hasil akibat serangan hama dapat menurunkan hasil sampai 80%, bahkan puso apabila tidak ada tindakan pengendalian (Marwoto dan Hardaningsih, 2007).

Upaya pengendalian hama kedelai ini didasarkan atas konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Kendala utama dalam penerapan konsep PHT ini antara lain adalah sukarnya petani atau penyuluh dalam mendiagnosis jenis hama utama yang menyerang tanaman kedelai di lapangan secara dini/cepat serta sekaligus menerapkan teknologi pengendaliannya yang tepat baik secara mekanis, biologis, dan kimiawi. Untuk membantu petani atau penyuluh dalam pengambilan keputusan lebih dini dan cepat, perlu adanya teknologi alat bantu yang mudah digunakan dan mudah dipahami. Salah satu teknologi yang berkembang saat ini untuk pengambilan keputusan tersebut adalah memanfaatkan Aplikasi Sistem Pakar.

Sistem pakar (*expert system*) didefinisikan sebagai sebuah program komputer yang didisain untuk memodelkan atau membuat simulasi kemampuan seorang pakar dalam memecahkan suatu masalah. Dasar dari suatu sistem pakar adalah bagaimana mentransfer

pengetahuan yang dimiliki oleh seorang pakar ke dalam komputer dan bagaimana membuat keputusan atau mengambil keputusan berdasarkan pengetahuan tersebut (Kusrini, 2008; Kadir dan Triwahyuni, 2003).

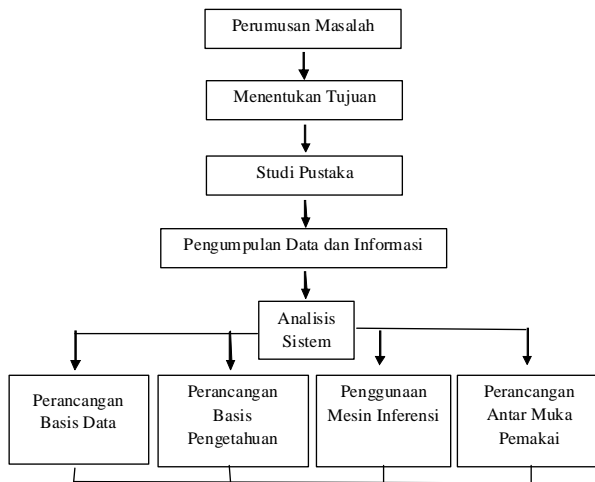
Aplikasi sistem pakar dalam bidang pertanian sampai saat ini masih sangat sedikit, sebaliknya informasi pengetahuan bidang pertanian dan para pakar bidang pertanian sangat banyak. Padahal, jika aplikasi sistem pakar diterapkan dalam bidang pertanian, khususnya tentang pengendalian hama tanaman, akan banyak membantu petani dalam melakukan pendeteksian dini serangan hama pada tanaman yang dibudidayakannya sehingga dapat mengurangi resiko kerugian akibat serangannya. Selain itu, sistem pakar juga dapat membantu penyuluh pertanian dalam mengambil keputusan tentang serangan hama tanaman dan teknologi pengendaliannya dalam waktu cepat, tepat, dan akurat. Artinya, sistem pakar akan mampu mengurangi ketergantungan petani terhadap penyuluh pertanian, sekaligus ketergantungan penyuluh pertanian terhadap peneliti (ahli/pakar) terutama dalam mendeteksi secara dini kerusakan tanaman akibat serangan hama, khususnya pada tanaman kedelai. Oleh sebab itu, sistem pakar dimaksud perlu dibangun. khususnya untuk mendapatkan anjuran teknologi yang tepat untuk pengendalian hama pada tanaman kedelai. Tulisan ini bertujuan memaparkan rancang bangun perangkat lunak sistem pakar dalam mendiagnosis hama utama tanaman kedelai dan teknologi pengendaliannya secara mekanis, biologis, maupun kimiawi.

METODOLOGI

Perancangan dan implementasi *Sipakar Hatmalai* dilaksanakan di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sumatera Barat dan Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang. Rancang bangun sistem dilakukan mulai bulan Maret sampai September 2009. Menggunakan pendekatan terstruktur atau metodologi berbasis proses (*process-oriented methodologies*) yang merupakan sebuah teknik *model driven* yang berorientasi pada proses, dan digunakan untuk menganalisis sistem yang ada dan mendefinisikan persyaratan-persyaratan bisnis untuk sebuah sistem baru atau kedua-duanya.

Analisis dan perancangan *Sipakar Hatmalai* dilakukan melalui fase-fase *Expert System Development Life Cycle*, yang terdiri atas 6 fase, yaitu: (1) investigasi awal, (2) analisis sistem, (3) perancangan sistem, (4) pengembangan sistem, (5) implementasi sistem, dan (6) perawatan sistem. Berdasarkan fase-fase tersebut, disusunlah kerangka kerja (*frame work*) sebagai

panduan dalam melakukan rancang bangun. Kerangka kerja dimaksud seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Kerja Pembangunan Sipakar Hatmalai.

Berdasarkan gambaran kerangka kerja seperti Gambar 1, uraian masing-masing tahapan-tahapan kerja tersebut, sebagai berikut:

- Perumusan Masalah.** Kegiatan pada tahap ini meliputi pemilihan domain masalah dan akuisisi pengetahuan. Dimulai dengan cara mengamati dan melakukan eksplorasi lebih dalam dan menggali permasalahan yang ada pada sistem yang sedang berjalan. Metode yang digunakan pada a. proses akuisisi pengetahuan, meliputi: wawancara, dan observasi. Wawancara yaitu komunikasi dua arah untuk mendapatkan data primer dari responden. Caranya; dengan mengajukan pertanyaan kepada responden yang telah ditetapkan dengan tujuan untuk memperoleh informasi tentang domain masalah dan akuisisi pengetahuan. Sedangkan observasi adalah teknik atau pendekatan untuk mendapatkan data primer dengan cara mengamati langsung obyek datanya (Jogiyanto, 2008). Caranya: dengan mengamati secara langsung obyek data sehingga didapatkan rumusan permasalahan dan gambaran tentang obyek pengembangan sistem pakar.
- Menetapkan Tujuan.** Ini berguna untuk memperjelas kerangka, batasan, ruang lingkup, dan sasaran rancang bangun sistem pakar.
- Studi Pustaka.** Studi pustaka bertujuan untuk mengetahui metode dan dasar-dasar ilmu pengetahuan ataupun referensi yang mendukung bagi pembangunan sistem pakar. Studi pustaka meliputi: (a) studi literatur mengenai sistem pakar; dan (b) studi literatur tentang hama utama tanaman

kedelai dan teknologi pengendaliannya secara mekanis, biologis, dan kimiawi.

- Pengumpulan Data dan Informasi.** Data dan informasi dikumpulkan melalui buku-buku ataupun jurnal-jurnal yang berhubungan dengan perancangan dan pengembangan sistem pakar, serta tentang hama utama tanaman kedelai dan teknologi pengendaliannya. Selain itu, juga melalui wawancara langsung dengan pihak yang berwenang yakni para pakar bidang hama tanaman, khususnya tanaman kedelai, meliputi: (a) gejala-gejala kerusakan tanaman kedelai pada batang, daun, pucuk, dan polong akibat serangan hama; dan (b) teknologi pengendalian hama utama kedelai secara mekanis, biologis, dan kimiawi. Wawancara langsung juga dilakukan dengan pakar di bidang sistem informasi, terutama dalam rangka menghimpun data dan informasi yang berkaitan dengan perancangan dan pengembangan sistem pakar.
- Analisis Sistem.** Berguna untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan dari sistem yang sudah ada untuk kemudian dilakukan langkah-langkah perbaikan. Tahap ini merupakan salah satu tahap yang sangat penting sehingga harus selalu dijaga agar analisis kebutuhan sistem tidak menyimpang dari permasalahan dan tujuan. Pada tahapan ini, gambaran proses pelacakan (diagnosis) hama utama kedelai dimulai dari Lokasi Kerusakan (batang, daun, pucuk, atau polong), Gejala Kerusakan, sampai Diagnosis Penyebab Kerusakan (nama hama yang menyerang). Selain itu juga terdapat analisis kebutuhan sistem untuk menentukan *output* apa saja yang akan dihasilkan oleh sistem yang akan dibangun sehingga mampu menghasilkan informasi tindakan pengendalian hama utama kedelai yang harus dilakukan.
- Perancangan Basis Data.** Basis data merupakan suatu pengorganisasian sekumpulan data yang saling berhubungan satu dengan lainnya sehingga memudahkan aktivitas untuk memperoleh informasi (Kadir, 2003). Data yang dimasukkan ke dalam struktur basis data antara lain berupa: identitas *user*, lokasi kerusakan (batang, daun, pucuk, atau polong), gejala kerusakan tanaman kedelai, dan teknologi pengendalian hama utama kedelai.
- Perancangan Basis Pengetahuan.** Perancangan Basis Pengetahuan dengan menggunakan penalaran berbasis aturan tidak saja bersumber pada pengetahuan yang diperoleh dari buku, prosiding, atau jurnal, tetapi juga dapat berasal dari pengetahuan yang dimiliki oleh penyuluh pertanian, dan peneliti pertanian yang memiliki

pengalaman dalam pengendalian hama utama kedelai di lapangan, yang dapat dimanfaatkan untuk memperkaya dalam penalaran berbasis aturan (*rule-based reasoning*). Pada pembangunan sistem ini, dipresentasikan dengan menggunakan aturan berbentuk *IF-THEN*.

- h. *Penggunaan Mesin Inferensi*. Menggunakan metode *forward chaining* atau pelacakan ke depan, yang dimulai dari sekumpulan fakta-fakta tentang lokasi atau bagian kerusakan (batang, daun, pucuk, atau polong) dan gejala kerusakan tanaman kedelai yang telah diamati *user* sebagai masukan (*input*) sistem untuk kemudian dilakukan pelacakan sampai tercapainya tujuan akhir berupa diagnosis penyebab kerusakan (nama hama yang menyerang) dan teknologi pengendaliannya secara mekanis, biologis, dan kimiawi.
- i. *Perancangan Antar Muka Pemakai*. Program tampilan antar muka pemakai dirancang menggunakan prinsip mudah digunakan dan mudah dipahami oleh *user*. Tampilan antar muka dari *software* sistem pakar yang dibangun terdiri dari dua bentuk, yaitu: (1) Tampilan antar muka *Expert*. Antar muka ini digunakan untuk *user* yang merupakan seorang pakar. Tampilan ini bertujuan untuk menambah, menghapus, dan mengedit data atau informasi yang baru; dan (2) Tampilan antar muka *Non Expert*. Antar muka ini digunakan untuk *user* biasa (bukan pakar), yaitu penyuluh atau petani.
- j. *Implementasi*. Bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang *software* yang dibangun apakah sudah efektif dan efisien atau sebaliknya. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan uji validasi (kebenaran) dari *software* tersebut. Data dan informasi yang didapat pada tahap implementasi ini dapat digunakan sebagai bahan perbaikan dan penyempurnaan *software* tersebut.
- k. *Kesimpulan dan Saran*. Digunakan sebagai dasar pertimbangan untuk pengembangan dan perawatan (*maintenance*) selanjutnya dari sistem pakar ini.

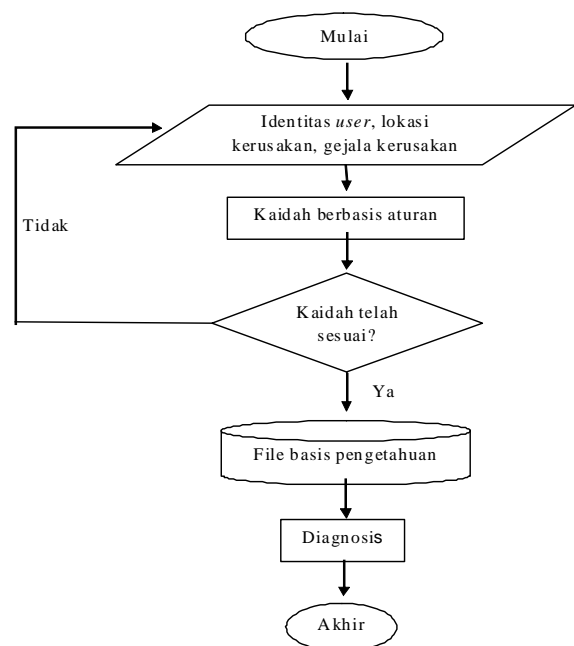
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Sistem Pakar

1. Perancangan Sistem

Perancangan sistem adalah penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Tujuan dari perancangan sistem secara umum

adalah untuk memberikan gambaran tentang implementasi sistem pakar dalam bidang hama tanaman kedelai dan teknologi pengendaliannya sebagai pendukung pengambilan keputusan. Perancangan sistem pakar ini menggunakan bentuk *physical system*, yaitu perancangan berbentuk bagan alir sistem (*system flowchart*) yang berbentuk grafik yang dapat digunakan untuk menunjukkan urutan-urutan proses sistem pakar dari awal sampai akhir (Gambar 2). Urutan kerja sistem pakar dimulai dengan memasukkan identitas *user*. Selanjutnya *user* memasukkan data lokasi kerusakan tanaman kedelai (batang, pucuk, daun, dan polong, atau kombinasinya), diikuti dengan gejala kerusakan tanaman kedelai yang sesuai dengan kaidah-kaidah (*rule-rule*) yang sudah ditetapkan. Jika kaidah-kaidah sudah sesuai, maka proses berlanjut ke file basis pengetahuan untuk kemudian dilakukan diagnosis hama utama tanaman kedelai. Pada akhirnya akan dihasilkan *output* berupa penyebab kerusakan tanaman kedelai (nama hama utama) dan teknologi pengendaliannya serta nilai *Certainty Factor* (CF).



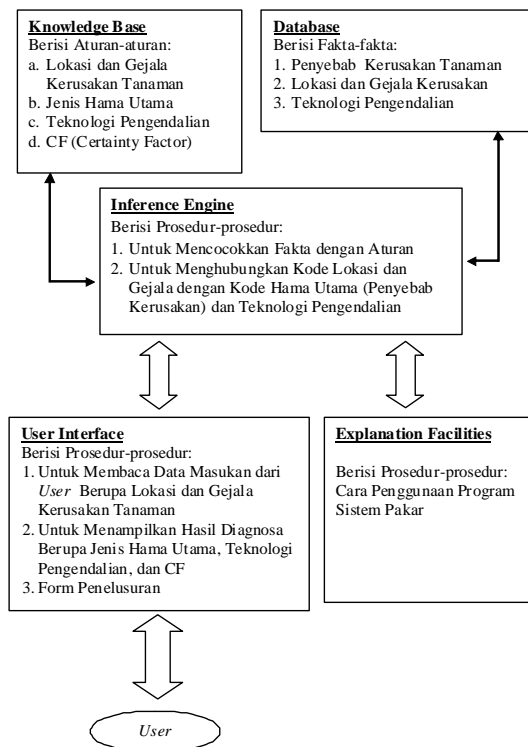
Gambar 2. Bagan Alir Sistem Pakar *Sipakar Hatmalai*

CF berguna untuk mengakomodasi ketidakpastian pemikiran (*inexact reasoning*) sehingga diketahui tingkat keyakinan pakar dari sebuah kaidah terhadap masalah yang sedang dihadapi. Nilai CF dapat ditentukan dengan dua cara, yaitu: (1) menggunakan rumus, dan (2) wawancara langsung

dengan pakar bidang ilmu yang bersangkutan (Durkin, 1994). Pada sistem pakar ini, CF ditentukan melalui wawancara dengan para pakar yang berasal dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sumatera Barat. Nilai CF yang ditentukan adalah: 0,4=boleh jadi; 0,6=mungkin; 0,8=hampir bisa dipastikan; dan 1,0=pasti.

2. Arsitektur Sistem

Disain arsitektur sistem pakar dalam menentukan jenis hama utama yang menyerang tanaman kedelai dan teknologi pengendaliannya disajikan pada Gambar 3. Terlihat, arsitektur sistem pakar perancangan perangkat lunak dalam melakukan pelacakan penyebab kerusakan tanaman kedelai mempunyai enam komponen utama, yaitu:



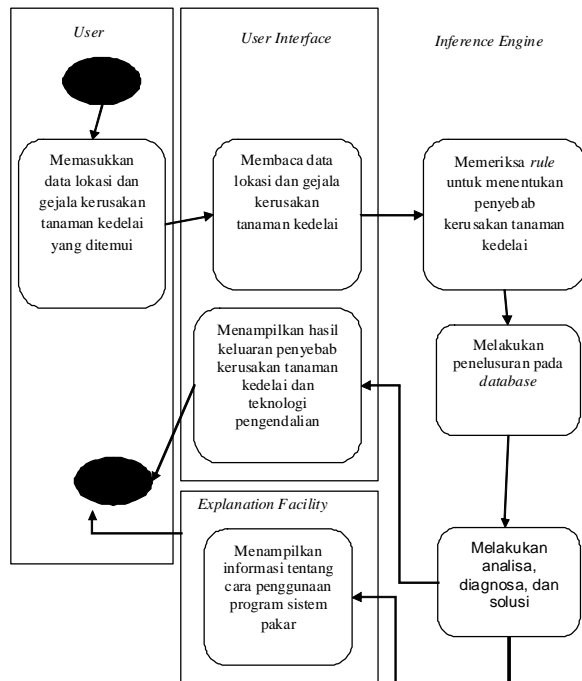
Gambar 3. Disain Arsitektur Sistem *Sipakar Hatmalai*.

a. *Knowledge base* (basis pengetahuan). Berisi aturan-aturan tentang: (1) Lokasi kerusakan tanaman kedelai dan gejala kerusakan tanaman kedelai, (2) Jenis hama utama yang menyerang tanaman kedelai atau penyebab a. kerusakan tanaman kedelai, (3) Teknologi pengendalian hama utama kedelai, dan (4) CF.

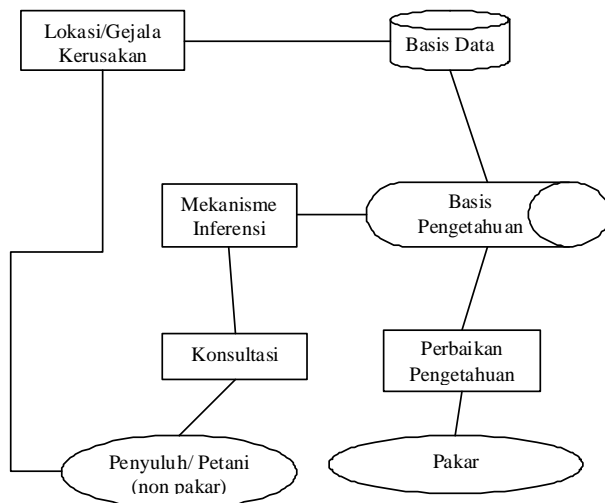
- b. *Database* (basis data). Berisi fakta-fakta tentang: (1) Lokasi kerusakan tanaman kedelai, (2) Gejala kerusakan tanaman kedelai I, dan (3) Gejala kerusakan tanaman kedelai II berikut jenis hama utama tanaman kedelai (penyebab kerusakan) dan teknologi pengendalian hama utama kedelai.
- c. *Inference engine* (mesin inferensi). Berisi prosedur-prosedur untuk: (1) mencocokkan fakta dengan aturan, dan (2) menghubungkan kode lokasi kerusakan dengan kode gejala kerusakan I dan kode gejala kerusakan II berikut solusinya berupa jenis hama utama tanaman kedelai (penyebab kerusakan) dan teknologi pengendalian hama utama tanaman kedelai dengan nilai CF tertentu.
- d. *User interface* (antar muka pengguna). Berisi prosedur-prosedur untuk: (1) membaca data masukan dari *user* berupa lokasi dan gejala kerusakan tanaman, (2) menampilkan hasil diagnosa berupa jenis hama utama tanaman kedelai (penyebab kerusakan), teknologi pengendalian hama utama tanaman kedelai, dan CF, dan (3) form penelusuran.
- e. *Explanation facilities* (fasilitas penjelasan). Berisi prosedur-prosedur mengenai cara penggunaan program sistem pakar.
- f. *User* (pengguna). Orang yang menggunakan program sistem pakar hama utama tanaman kedelai (disingkat "*Sipakar Hatmalai*").

3. Disain Aktivitas Sistem

Pada Gambar 4 disajikan diagram aktivitas sistem yang menggambarkan berbagai alur aktivitas secara umum dalam sistem yang sedang dirancang. Terlihat bagaimana alur kegiatan sistem berawal, proses yang dilakukan, dan akhir dari proses sistem tersebut. Dalam sistem pakar ini digambarkan bahwa *Sipakar Hatmalai* melayani dua macam pengguna (*user*), yaitu: (1) pakar, dan (2) penyuluh/petani (non pakar) (Gambar 5). Pakar adalah orang yang meng-*input*-kan pengetahuan ke dalam basis pengetahuan, sedangkan penyuluh/petani (non pakar) adalah orang yang memanfaatkan fasilitas konsultasi untuk mengetahui jenis hama utama yang menyebabkan kerusakan tanaman kedelai dan teknologi pengendaliannya baik secara mekanis, biologis, dan kimiawi.



Gambar 4. Disain Aktivitas Diagnosis Hama Utama Kedelai.



Gambar 5. Hubungan Kerja Antara Pengguna dengan Sipakar Hatmalai.

Tabel 1. Pengkodean Fakta Lokasi Kerusakan Tanaman Kedelai.

Kode	Uraian
LK02	Kerusakan pada Batang
LK03	Kerusakan pada Pucuk
LK04	Kerusakan pada Daun
LK05	Kerusakan pada Polong
LK06	Kerusakan pada Pucuk dan Daun
LK07	Kerusakan pada Daun dan Polong
LK08	Kerusakan pada Pucuk, Daun, dan Polong

4. Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan *Sipakar Hatmalai* merupakan hasil akuisisi beberapa sumber pengetahuan yang berbentuk buku, prosiding, atau jurnal. Pengetahuan dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu: (1) bagian fakta, dan (2) bagian kesimpulan. Selanjutnya bagian fakta sendiri dikelompokkan lagi menjadi fakta-fakta yang lebih spesifik sehingga masing-masing kelompok fakta akan membentuk sebuah kaidah yang memiliki sebuah kesimpulan tertentu. Fakta dan kesimpulan untuk menyusun kaidah disajikan pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 yang bersumber dari Marwoto, *et. al.* (1991). Marwoto, *et. al.* (1992). Marwoto dan Hardaningsih (2007), dan Okada, *et. al.* (1988). Representasi kesimpulan yang tersusun dari kaidah-kaidah yang mengikuti pola *IF-THEN*, sebagai berikut:

IF kondisi AND kondisi THEN aksi.

Sebagai contoh:

IF kerusakan pada batang

AND tanaman mengering atau mati

AND bintik pada keping biji, atau daun I, atau daun II

AND gerakan melengkung di bawah kulit batang **THEN** lalat bibit kacang (CF=1,0)

Artinya, **JIKA** lokasi kerusakan tanaman kedelai terdapat pada batang **DAN** gejala kerusakan berupa tanaman mengering atau mati **DAN** ditemukan bintik pada keping biji, atau daun I, atau daun II **DAN** ditemukan gerakan melengkung di bawah kulit batang **MAKA** hama utama yang menyerang tanaman kedelai adalah lalat bibit kacang dengan nilai *Certainty Factor* (CF)=1,0.

Tabel 2. Pengkodean Fakta Gejala Kerusakan Tanaman Kedelai I.

Kode	Uraian Gejala I	Gejala I
G101	Didapatkan tanaman mengering atau mati pada beberapa tempat	Tanaman Mengering atau Mati
G102	Pucuk tanaman muda layu atau mati	Pucuk Tanaman Mati
G103	Tanaman tumbuh abnormal atau lebih rendah dibanding tanaman sehat	Tanaman Kerdil
G104	Ditemukan bintik-bintik putih Keping biji atau daun I atau II	Bintik pada Keping Biji atau Daun I atau Daun II
G105	Ditemukan bintil-bintik hitam pada daun-daun yang masih muda	Bintik pada Daun Muda
G106	Batang tanaman berlobang-lobang seperti digerek	Gerekan pada Batang
G107	Batang tanaman berlobang-lobang seperti digerek tetapi gerakannya melengkung di bawah kulit batang	Gerekan Melengkung di Bawah Kulit Batang
G108	Pada permukaan bawah daun ditemukan bintik-bintik berwarna putih	Bintik Putih pada Permukaan Bawah Daun
G109	Daun tanaman kelihatan berwarna kehitam-hitaman	Daun Berwarna Kehitam-hitaman
G110	Daun tanaman kelihatan berwarna kekuning-kuningan	Daun Berwarna Kekuning-kuningan
G111	Pada daun ditemui jaringan-jaringan seperti benang-benang halus	Dijumpai seperti Jaringan Benang Halus pada Daun
G112	Daun tanaman habis dimakan dan tersisa hanya tulang daun	Tersisa Hanya Tulang Daun
G113	Daun tanaman nampak seperti menggulung menjadi satu	Daun Menggulung Menjadi Satu
G114	Daun tanaman ditemukan berlubang-lubang	Daun Berlubang-lubang
G115	Polong tanaman ditemukan luka-luka dan kulit polong seperti habis dimakan	Polong Luka-luka atau Kulit Polong Dimakan
G116	Polong tanaman dimakan pada beberapa bagian	Polong Dimakan
G117	Terlihat bekas gerekan berbentuk bundar pada kulit polong	Gerekan Bundar pada Kulit Polong
G118	Polong tanaman terlihat mengempis dan biji juga mengempis atau mengering atau gugur	Polong dan Biji Kempis, atau Mengering, atau Gugur
G119	Kutu yang ditemukan berukuran kecil dan berwarna hijau agak kekuningan	Ditemukan Kutu Berwarna Hijau Agak Kekuning-kuningan
G120	Terlihat polong yang masih muda dan tulang daun muda habis dimakan	Polong Muda dan Tulang Daun Muda Habis Dimakan
G121	Tidak ditemukan gejala	Gejala kerusakan belum dapat dipastikan

Tabel 3. Pengkodean Fakta Gejala Kerusakan Tanaman Kedelai II dan *Output* Diagnosis.

Kode	Gejala II	Hasil Diagnosa
G201	Adanya bintik-bintik putih pada keping biji, daun pertama, atau daun kedua	Lalat bibit kacang (<i>Ophiomya phaseoli</i> Tryon). (CF=1,0) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Varietas toleran (Galunggung, Kerinci, Tidar); Pemberian mulsa jerami (5-10 t/ha) untuk bertanam kedelai setelah padi sawah; Perlakuan benih dengan insektisida Carbosulfan pada daerah endemis; Penyemprotan insektisida umur 7-10 hari bila telah mencapai ambang kendali (ditemukan serangan 2% atau 1 lalat per meter baris tanaman); Jenis insektisida: klorpirifos, carbofuran, sipemetrin, deltametrin, piridafention, asefat.
G202	Adanya lubang gergakan pada batang	Lalat batang kacang (<i>Melanagromyza sojae</i> Zehntner). (CF=1,0) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Varietas toleran (Galunggung, Kerinci, Tidar); Pemberian mulsa jerami (5-10 t/ha) untuk bertanam kedelai setelah padi sawah; Perlakuan benih dengan insektisida Carbosulfan pada daerah endemis; Penyemprotan insektisida bila telah mencapai ambang kendali (ditemukan serangan >2% sampai tanaman berumur 30 hari); Jenis insektisida: klorpirifos, carbofuran, sipemetrin, deltametrin, piridafention, asefat.
G203	Adanya helaian daun yang layu seluruhnya pada tangkai daun	Lalat pucuk (<i>Melanagromyza dolichostigma</i> de Meij). (CF=1,0) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Varietas toleran (Galunggung, Kerinci, Tidar); Memotong pucuk tanaman yang terserang kemudian dibakar; Penyemprotan insektisida bila telah mencapai ambang kendali (ditemukan serangan >2% sampai tanaman berumur 30 hari); Jenis insektisida: klorpirifos, carbofuran, sipemetrin, deltametrin, piridafention, asefat.
G204	Adanya eksreta yang menghasilkan embun madu untuk tumbuh cendawan	Kutu kebul (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius). (CF=1,0) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pemantauan lahan secara rutin; Penyemprotan insektisida bila ditemukan serangan berat; Di daerah endemik virus, penyemprotan dilakukan bila ditemukan imago kutu kebul. Jenis insektisida: amitraz, heksitiazok, dikotol, propargit.
G205	Adanya serangan pada pucuk tanaman muda sehingga tanaman kerdil	Kutu daun (<i>Aphis glycines</i> Matsumura). (CF=1,0) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pemantauan lahan secara rutin; Penyemprotan insektisida bila ditemukan serangan berat; Di daerah endemik virus, penyemprotan dilakukan bila ditemukan imago kutu daun. Jenis insektisida: amitraz, heksitiazok, dikotol, propargit.
G206	Adanya jaringan benang halus pada daun	Tungau merah (<i>Tetranychus cinnabarius</i> Boisduval). (CF=1,0) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pemantauan lahan secara rutin; Penyemprotan insektisida bila ditemukan serangan berat; Jenis insektisida: amitraz, heksitiazok, dikotol, propargit.
G207	Adanya polong dan daun muda dimakan serta pada daun tua tersisa tulang daun	Ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> Fabricius). (CF=1,0) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pengumpulan dan pemusnahan kelompok telur, instar muda yang masih berkelompok dan ulat instar 3 sampai instar terakhir; Pengolahan tanah/penggenangan air selama beberapa jam untuk mematikan ulat dan kepompong di dalam tanah; Penyemprotan insektisida bila kerusakan daun mencapai 12,5% atau populasi ulat 10 larva/20 rumpun; Jenis insektisida: permetrin, dekametrin, etofenproks, sipemetrin, flufenoksuron, klorfluazuron, betasiflutrin, sihalotrin.
G208	Adanya ulat yang memakan daun dari arah pinggir	Ulat jengkal (<i>Chrysodexis chalsites</i> Esper). (CF=1,0) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pengumpulan dan pemusnahan ulat; Penyemprotan insektisida bila kerusakan daun mencapai 12,5% atau populasi ulat 15 larva/20 rumpun; Jenis insektisida: permetrin, klorfluazuron, flufenoksuron, sipemetrin, dekametrin, sihalotrin.
G209	Adanya gulungan daun berisi ulat atau kotoran berwarna hitam	Ulat penggulung daun (<i>Lamprosema indicata</i> Fabricius). (CF=1,0) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pengumpulan dan pemusnahan ulat; Penyemprotan insektisida bila kerusakan daun mencapai 12,5% atau populasi ulat 15 larva/10 rumpun; Jenis insektisida: permetrin, sipemetrin, dekametrin, alfametrin.
G210	Adanya daun berlubang, polong muda luka-luka, polong tua kulitnya dimakan	Kumbang kedelai (<i>Phaedonia inclusa</i> Stall). (CF=1,0) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pengumpulan dan pemusnahan larva dan kumbang dewasa sejak tanaman tumbuh sampai umur 30 hari pada pagi dan sore; Pada daerah kronis, tanah diolah untuk mematikan kepompong dalam tanah; Sanitasi lingkungan dengan membersihkan tanaman liar yang menjadi inang; Penyemprotan insektisida bila ditemukan serangan 2% pada umur 45 hari; Jenis insektisida: permetrin, kuinalfos, betasiflutrin, sipemetrin, dekametrin, isoksation, BPMC, sihalotrin.
G211	Adanya kepala dan sebagian tubuh ulat masuk ke dalam polong	Ulat helicoberpa (<i>Helicoverpa armigera</i> Huebner). (CF=1,0) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pengumpulan dan pemusnahan ulat; Penyemprotan insektisida bila ditemukan serangan 2% pada umur 45-50 hari; Jenis insektisida: permetrin, sipemetrin, dekametrin, alfametrin.

*Rancang Bangun dan Implementasi Program Aplikasi Sistem Pakar untuk Diagnosis Hama Utama Kedelai
(Atman Roja)*

Tabel 3. Pengkodean Fakta Gejala Kerusakan Tanaman Kedelai II dan *Output* Diagnosis. (lanjutan)

Kode	Gejala II	Hasil Diagnosa
G212	Adanya kepek berwarna coklat	Kepik polong (<i>Riptorus linearis</i> Fabricius). (CF=1,0) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Sanitasi tumbuhan liar yang merupakan sumber hama; Pengumpulan dan pemusnahan imago yang sedang istirahat pada pagi hari; Penyemprotan insektisida bila ditemukan kerusakan polong 2% atau 1 ekor kepek tiap 4 tanaman pada umur 45 hari; Jenis insektisida: klorfluazuron, permetrin, BPMC, dekametrin, thiodicarb.
G213	Adanya kepek berwarna hijau	Kepik hijau (<i>Nezara viridula</i> Linnaeus). (CF=1,0) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pengumpulan dan pemusnahan nimfa yang masih bergerombol atau nimfa dan serangga dewasa yang hinggap di daun; Penyemprotan insektisida bila ditemukan kerusakan polong 2% atau 3 ekor kepek hijau tiap 5 tanaman pada umur 45-50 hari; Jenis insektisida: permetrin, BPMC, dekametrin, thiodicarb, sihalotrin, klorfluazuron.
G214	Adanya kepek berwarna hijau bergaris	Kepik piezodorus (<i>Piezodorus rubrofasciatus</i> Fabricius). (CF=1,0) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pengumpulan dan pemusnahan nimfa yang masih bergerombol; Penyemprotan insektisida bila ditemukan kerusakan polong 2% atau 3 ekor kepek tiap 5 tanaman pada umur 45-50 hari; Jenis insektisida: monocrotopos, karbaril.
G215	Adanya satu atau dua lubang gerek pada polong	Penggerek polong kedelai (<i>Etiella</i> spp.). (CF=1,0) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Sanitasi tumbuhan liar yang merupakan sumber hama; Penyemprotan insektisida bila ditemukan kerusakan polong 2% pada umur 45 hari; Jenis insektisida: betasiflutrin, sipermetrin, alfametrin, carbosulfan, sihalotrin, carbofuran.
G216	Adanya bintik-bintik putih pada keping biji, daun pertama, atau daun kedua	Lalat bibit kacang (<i>Ophiomyia phaseoli</i> Tryon). (CF=0,8) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Varietas toleran (<i>Galunggung</i> , <i>Kerinci</i> , <i>Tidar</i>); Pemberian mulsa jerami (5-10 t/ha) untuk bertanam kedelai setelah padi sawah; Perlakuan benih dengan insektisida Carbosulfan pada daerah endemis; Penyemprotan insektisida umur 7-10 hari bila telah mencapai ambang kendali (ditemukan serangan >2% atau 1 lalat per meter baris tanaman); Jenis insektisida: klorpirifos, carbofuran, sipemetrin, deltametrin, piridafention, asefat.
G217	Adanya lubang gresakan pada batang Adanya helaian daun yang layu seluruhnya pada tangkai daun	Lalat batang kacang (<i>Melanagromyza sojae</i> Zehntner). (CF=0,8) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Varietas toleran (<i>Galunggung</i> , <i>Kerinci</i> , <i>Tidar</i>); Pemberian mulsa jerami (5-10 t/ha) untuk bertanam kedelai setelah padi sawah; Perlakuan benih dengan insektisida Carbosulfan pada daerah endemis; Penyemprotan insektisida bila telah mencapai ambang kendali (ditemukan serangan >2% sampai tanaman berumur 30 hari); Jenis insektisida: klorpirifos, carbofuran, sipemetrin, deltametrin, piridafention, asefat.
G218	Adanya eksreta yang menghasilkan embun madu untuk tumbuh cendawan	Lalat pucuk (<i>Melanagromyza dolichostigma</i> de Meij). (CF=0,8) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Varietas toleran (<i>Galunggung</i> , <i>Kerinci</i> , <i>Tidar</i>); Memotong pucuk tanaman yang terserang kemudian dibakar; Penyemprotan insektisida bila telah mencapai ambang kendali (ditemukan serangan >2% sampai tanaman berumur 30 hari); Jenis insektisida: klorpirifos, carbofuran, sipemetrin, deltametrin, piridafention, asefat.
G219	Adanya serangan pada pucuk tanaman muda sehingga tanaman kerdil	Kutu kebul (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius). (CF=0,8) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pemantauan lahan secara rutin; Penyemprotan insektisida bila ditemukan serangan berat; Di daerah endemik virus, penyemprotan dilakukan bila ditemukan imago kutu kebul. Jenis insektisida: amitraz, heksitiazok, dikotol, propargit.
G220	Adanya jaringan benang halus pada daun	Kutu daun (<i>Aphis glycines</i> Matsumura). (CF=0,8) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pemantauan lahan secara rutin; Penyemprotan insektisida bila ditemuka serangan berat; Di daerah endemik virus, penyemprotan dilakukan bila ditemukan imago kutu daun. Jenis insektisida: amitraz, heksitiazok, dikotol, propargit.
G221	Adanya polong dan daun muda dimakan serta pada daun tua tersisa tulang daun	Tungau merah (<i>Tetranychus cinnabarius</i> Boisduval). (CF=0,8) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pemantauan lahan secara rutin; Penyemprotan insektisida bila ditemukan serangan berat; Jenis insektisida: amitraz, heksitiazok, dikotol, propargit.
G222	Adanya ulat yang memakan daun dari arah pinggir	Ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i> Fabricius). (CF=0,8) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pengumpulan dan pemusnahan kelompok telur, instar muda yang masih berkelompok dan ulat instar 3 sampai instar terakhir; Pengolahan tanah/penggenangan air selama beberapa jam untuk mematikan ulat dan kepompong di dalam tanah; Penyemprotan insektisida bila kerusakan daun mencapai 12,5% atau populasi ulat 10 larva/20 rumpun; Jenis insektisida: permetrin, dekametrin, etofenproks, sipermetrin, flufenoksuron, klorfluazuron, betasiflutrin, sihalotrin.

Tabel 3. Pengkodean Fakta Gejala Kerusakan Tanaman Kedelai II dan *Output* Diagnosis. (lanjutan)

Kode	Gejala II	Hasil Diagnosa
G223	Adanya ulat yang memakan daun dari arah pinggir	Ulat jengkal (<i>Chrysodexis chalsites</i> Esper). (CF=0,8) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pengumpulan dan pemusnahan ulat; Penyemprotan insektisida bila kerusakan daun mencapai 12,5% atau populasi ulat 15 larva/20 rumpun; Jenis insektisida: permetrin, klorfluazuron, flufenoksuron, sipermetrin, dekametrin, sihalotrin.
G224	Adanya gulungan daun berisi ulat atau kotoran berwarna hitam	Ulat penggulung daun (<i>Lamprosema indicata</i> Fabricius). (CF=0,8) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pengumpulan dan pemusnahan ulat; Penyemprotan insektisida bila kerusakan daun mencapai 12,5% atau populasi ulat 15 larva/10 rumpun; Jenis insektisida: permetrin, sipermetrin, dekametrin, alfametrin.
G225	Adanya daun berlubang, polong muda luka-luka, polong tua kulitnya dimakan	Kumbang kedelai (<i>Phaedonia inclusa</i> Stall). (CF=0,8) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pengumpulan dan pemusnahan larva dan kumbang dewasa sejak tanaman tumbuh sampai umur 30 hari pada pagi dan sore; Pada daerah kronis, tanah diolah untuk mematikan kepompong dalam tanah; Sanitasi lingkungan dengan membersihkan tanaman liar yang menjadi inang; Penyemprotan insektisida bila ditemukan serangan 2% pada umur 45 hari; Jenis insektisida: permetrin, kuinalfos, betasiflutrin, sipermetrin, dekametrin, isoksation, BPMC, sihalotrin.
G226	Adanya kepala dan sebagian tubuh ulat masuk ke dalam polong	Ulat <i>helicoverpa</i> (<i>Helicoverpa armigera</i> Huebner). (CF=0,8) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pengumpulan dan pemusnahan ulat; Penyemprotan insektisida bila ditemukan serangan 2% pada umur 45-50 hari; Jenis insektisida: permetrin, sipermetrin, dekametrin, alfametrin.
G227	Adanya kepik berwarna coklat	Kepik polong (<i>Riptorus linearis</i> Fabricius). (CF=0,8) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Sanitasi tumbuhan liar yang merupakan sumber hama; Pengumpulan dan pemusnahan imago yang sedang istirahat pada pagi hari; Penyemprotan insektisida bila ditemukan kerusakan polong 2% atau 1 ekor kepik tiap 4 tanaman pada umur 45 hari; Jenis insektisida: klorfluazuron, permetrin, BPMC, dekametrin, thiodicarb.
G228	Adanya kepik berwarna hijau	Kepik hijau (<i>Nezara viridula</i> Linnaeus). (CF=0,8) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pengumpulan dan pemusnahan nimfa yang masih bergerombol atau nimfa dan serangga dewasa yang hinggap di daun; Penyemprotan insektisida bila ditemukan kerusakan polong 2% atau 3 ekor kepik hijau tiap 5 tanaman pada umur 45-50 hari; Jenis insektisida: permetrin, BPMC, dekametrin, thiodicarb, sihalotrin, klorfluazuron.
G229	Adanya kepik berwarna hijau bergaris	Kepik <i>piezodorus</i> (<i>Piezodorus rubrofasciatus</i> Fabricius). (CF=0,8) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Pengumpulan dan pemusnahan nimfa yang masih bergerombol; Penyemprotan insektisida bila ditemukan kerusakan polong 2% atau 3 ekor kepik tiap 5 tanaman pada umur 45-50 hari; Jenis insektisida: monocrotopos, karbaril.
G230	Adanya satu atau dua lubang gerak pada polong	Penggerek polong kedelai (<i>Etiella</i> spp.). (CF=0,8) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Sanitasi tumbuhan liar yang merupakan sumber hama; Penyemprotan insektisida bila ditemukan kerusakan polong 2% pada umur 45 hari; Jenis insektisida: betasiflutrin, sipermetrin, alfametrin, carbofuran, sihalotrin, carbofuran.
G231	Adanya polong dan biji kempis	Diduga kepik polong, atau kepik hijau, atau kepik <i>piezodorus</i> . Tidak ada rekomendasi (pastikan dulu jenis hama kepik yang menyerang dengan mengamati warna kepik yang ditemui).
G232	Adanya tanaman menjadi layu, mengering, dan mati atau kerdil	Diduga lalat bibit kacang atau lalat batang kacang. Tidak ada rekomendasi (pastikan dulu jenis hama lalat yang menyerang dengan melihat secara teliti gejala serangan pada batang).
G233	Tidak ditemui gejala lagi	Hama utama tidak bisa di diagnosis
G234	Tidak ditemui gejala lagi	Jenis hama tidak biasa didiagnosa. Rekomendasi pengendalian belum bisa diberikan. Disarankan ulangi pengamatan tanaman kembali.
G235	Tidak ditemui gejala lagi	Lalat bibit kacang (<i>Ophiomya phaseoli</i> Tryon). (CF=0,8) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Varietas toleran (Galunggung, Kerinci, Tidar); Pemberian mulsa jerami (5-10 t/ha) untuk bertanam kedelai setelah padi sawah; Perlakuan benih dengan insektisida Carbofuran pada daerah endemis; Penyemprotan insektisida umur 7-10 hari bila telah mencapai ambang kendali (ditemukan serangan 2% atau 1 lalat per meter baris tanaman); Jenis insektisida: klorpirifos, carbofuran, sipermetrin, deltametrin, piridafention, asefat.

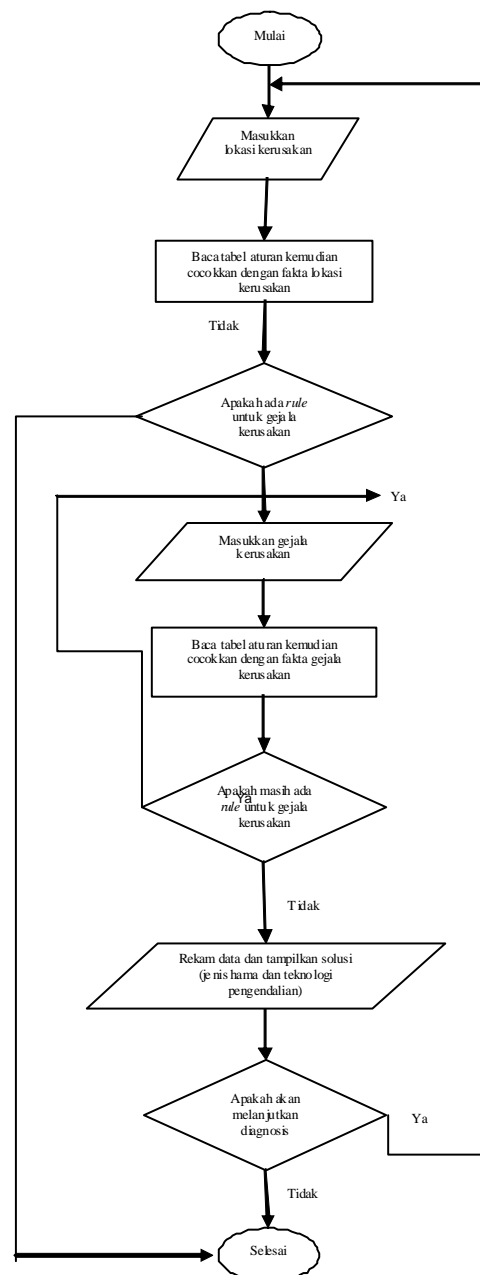
Representasi pengetahuan untuk melakukan diagnosis hama utama tanaman kedelai dimulai dari pemilihan lokasi kerusakan tanaman kedelai yang akan dilacak penyebab kerusakannya. Kemudian, dilanjutkan dengan gejala kerusakannya sampai ditemukan solusi keputusannya. Sebagai contoh: untuk mengetahui jenis hama utama tanaman kedelai ditentukan pertama kali oleh lokasi kerusakan, yaitu: LK02 (kerusakan pada batang), LK03 (kerusakan pada pucuk), LK04 (kerusakan pada daun), LK05 (kerusakan pada polong), LK06 (kerusakan pada pucuk dan daun), LK07 (kerusakan pada daun dan polong), dan LK08 (kerusakan pada pucuk, daun, dan polong). Selanjutnya, pelacakan dilakukan terhadap gejala kerusakan I yang dikodekan dengan G101 sampai G112 (seperti pada Tabel 2). Kemudian, pelacakan dilanjutkan terhadap; gejala kerusakan II yang dikodekan dengan G201 sampai G235. Akhirnya, akan didapatkan solusinya berupa hasil diagnosa berupa penyebab kerusakan tanaman kedelai (nama hama utama) dan teknologi pengendalian hama utama kedelai seperti pada Tabel 3.

Aturan diagnosis untuk menentukan penyebab kerusakan tanaman kedelai (nama hama utama) dan teknologi pengendalian hama utama baru sebanyak 166 kaidah (*rule*) yang dapat diaplikasikan dalam *Sipakar Hatmalai*. Kaidah-kaidah ini dapat ditambah atau dikurangi atau diperbaiki sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya tentang hama utama tanaman kedelai.

Untuk mengakomodasi ketidakpastian pemikiran (*inexact reasoning*) digunakan *Certainty Factor* (CF) sehingga diketahui tingkat keyakinan pakar dari sebuah kaidah terhadap masalah yang sedang dihadapi. Nilai CF dapat ditentukan melalui wawancara langsung dengan pakar bidang ilmu yang bersangkutan (Durkin, 1994). Pada sistem pakar ini, CF ditentukan melalui wawancara dengan para pakar yang berasal dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sumatera Barat. Nilai CF yang ditentukan adalah: 0,4=boleh jadi; 0,6=mungkin; 0,8=hampir bisa dipastikan; dan 1,0=pasti.

Proses kerja mesin inferensi *Sipakar Hatmalai* mengikuti prosedur kerja algoritma mesin inferensi (Gambar 6), yaitu: (1) Mulai; (2) Sistem menampilkan pilihan lokasi kerusakan (dipilih misalnya: M002=kerusakan pada batang); (3) Setelah pilihan ditentukan, maka sistem akan membaca tabel aturan untuk kemudian dicocokkan dengan fakta lokasi kerusakan tanaman; (4) Selanjutnya sistem menampilkan pilihan gejala kerusakan (dipilih misalnya: J001=tanaman mengering atau mati) dan sistem akan membaca tabel aturan untuk kemudian dicocokkan

dengan fakta gejala kerusakan tanaman; (5) Kemudian sistem menampilkan pilihan untuk gejala kerusakan selanjutnya serta selanjutnya, sistem akan merekam data yang akan dianalisis tersebut; (6) Jika *user* setuju, selanjutnya data tersebut dapat diproses sehingga ditampilkan solusi berupa jenis hama dan teknologi pengendaliannya, serta nilai CF tertentu; dan (7) Jika akan melanjutkan diagnosis, maka sistem akan kembali ke langkah 2 dan seterusnya. Jika tidak, maka sistem akan selesai (stop).



Gambar 6. Algoritma Mesin Inferensi.

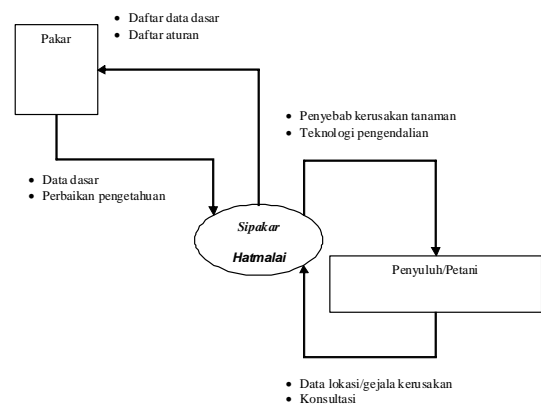
5. Perancangan Antar Muka Pemakai

Antar muka merupakan tampilan pada layar monitor dari komputer yang memungkinkan pemakai dapat berkomunikasi dengan sistem pakar. Melalui antar muka ini, pemakai memasukkan data awal, melakukan konsultasi, dan mendapatkan solusi permasalahannya dari sistem pakar. Tampilan antar muka sistem pakar ini terdiri dari dua bentuk, yaitu tampilan untuk *user* pakar dan *user* non pakar (penyuluh/petani). Mekanisme yang digunakan oleh *user* untuk berkomunikasi adalah program aplikasi Microsoft Visual Basic 6.0 dengan sistem operasi windows 9x atau versi di atasnya. Antar muka pada program *Sipakar Hatmalai* adalah:

- a. *Tanya jawab*. Fitur utama dalam sebuah program sistem pakar adalah fasilitas tanya jawab. Program akan melakukan proses tanya jawab dengan *user* sampai dihasilkan suatu kesimpulan akhir.
- b. *Perbaikan basis pengetahuan*. Fasilitas ini ditujukan untuk mengubah basis pengetahuan dengan menambah *rule*, mengubah *rule*, menghapus *rule*, menambah pertanyaan, mengubah pertanyaan, dan menghapus pertanyaan.
- c. *Bantuan petunjuk penggunaan program sistem pakar*.

6. Perancangan Basis Data

Basis data mengandung fakta-fakta mengenai masalah hama utama tanaman kedelai yang akan dicarikan solusinya. Fakta-fakta yang diketahui disimpan sebagai kondisi awal. Fakta-fakta yang baru diperoleh dari proses inferensi ditambahkan pada basis data. Fakta-fakta ini berhubungan dengan semua yang diketahui selama proses inferensi. Kondisi awal dari masalah yang akan diselesaikan biasanya ditanyakan oleh sistem pakar kepada pemakai sebagai masukan awal. Pertanyaan dapat berupa jawaban yang harus diketik atau menu yang harus dipilih oleh pemakai. Berdasarkan sistem ini, sistem pakar mulai melakukan pelacakan (Sampurno, 2000). Hubungan konseptual antara pengguna eksternal dengan sistem pakar secara lebih rinci digambarkan dalam diagram konteks (Gambar 7). Konteks diagram adalah gambaran umum tentang suatu sistem dan merupakan alat bantu yang digunakan dalam menganalisis sistem yang akan dikembangkan. Basis data yang dibuat pada pembangunan sistem pakar hama utama tanaman kedelai ini menggunakan program aplikasi Microsoft Access.



Gambar 7. Diagram Konteks Sistem Pakar Hama Utama Tanaman Kedelai (*Sipakar Hatmalai*).

Implementasi Sistem Pakar

1. Spesifikasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Perangkat keras dan perangkat lunak untuk pembangunan dan implementasi sistem pakar diagnosis hama utama tanaman kedelai menggunakan spesifikasi sebagai berikut:

 - a. Perangkat Keras, terdiri dari: (1) Komputer Laptop dengan processor Intel Pentium Core 2 Duo, (2) Kapasitas RAM 1 GB, (3) Resolusi layar VGA 1024 x 768 pixel dan Color 32 bit, (4) Kapasitas harddisk 80 GB, (5) Printer Canon iP1980, dan (6) Mouse, keyboard, dan kamera digital.
 - b. Perangkat Lunak, terdiri dari: (1) Sistem operasi Microsoft Windows XP, (2) Bahasa Pemrograman Microsoft Visual Basic Versi 6.0, (3) Program aplikasi *database* Microsoft Office Access 2003, (4) Program aplikasi pengolah kata Microsoft Word 2003, (5) Program aplikasi pengolah gambar Adobe Photoshop 7.0.
2. Implementasi Bahasa Pemrograman Visual Basic

Program *Sipakar Hatmalai* dimulai dengan pembuatan *database* dengan menggunakan program aplikasi *database* Microsoft Access 2003, yaitu: *database* lokasi dan gejala kerusakan (nama *field* adalah lokasi), *database* penyebab kerusakan (nama *field* adalah penyebab), *database* teknologi pengendalian (nama *field* adalah teknologi), dan *database* kaidah-kaidah (nama *field* solusi). Selanjutnya, dilakukan perancangan antar muka pemakai yaitu berupa form-form dan program kaidah-kaidah yang akan digunakan pada sistem pakar ini dengan menggunakan perangkat lunak bahasa pemrograman Microsoft Visual Basic 6.0. Pada program sistem pakar yang dibangun ini, baru

memiliki 17 macam fakta penyebab kerusakan tanaman kedelai (nama hama utama), 30 macam fakta lokasi dan gejala kerusakan tanaman kedelai, dan 17 macam fakta teknologi pengendalian hama utama tanaman kedelai. Sedangkan *rule* kesimpulan yang dimiliki mencapai 166 macam, terdiri dari 52 *rule* bernilai CF=1,0 dan 108 *rule* bernilai CF=0,8, serta 6 *rule* dengan hasil *tidak bisa didiagnosa*. Pakar dapat melakukan perbaikan pengetahuan dengan menambah atau mengurangi data atau *rule* yang dimiliki program sistem pakar sesuai dengan perkembangan teknologi hama utama kedelai. Untuk mempermudah pengoperasian program sistem pakar, maka *user Sipakar Hatmalai* dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu: (1) *user* tingkat pakar, (2) *user* tingkat non pakar (penyuluh/petani), dan (3) admin. Untuk *user* tingkat pakar disediakan fasilitas perbaikan pengetahuan (menambah dan mengurangi data atau *rule-rule*), sedangkan untuk *user* tingkat non pakar (penyuluh/petani) disediakan fasilitas konsultasi untuk mengetahui penyebab kerusakan tanaman kedelai (nama hama utama) dan teknologi pengendaliannya dengan nilai CF tertentu.

3. Implementasi Antar Muka Pemakai (*User Interface*)

Menu pembuka program merupakan tampilan awal program sistem pakar, berupa *form login*. *Form login* ini berfungsi sebagai pengamanan sistem dari pemakai (*user*) yang tidak memiliki hak akses. Pada *form* ini, hak akses pemakai dibedakan menjadi dua macam, yaitu: (1) pemakai tingkat pakar yang dapat merubah data dan melakukan perbaikan pengetahuan (menambah dan mengurangi *rule-rule* yang ada); dan (2) pemakai tingkat non pakar (penyuluh/petani) yang dapat melakukan konsultasi dalam rangka mencari solusi dari permasalahan hama utama tanaman kedelai. Tampilan dari *form* ini disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Form *Login* untuk pakar dan *user* (penyuluh/petani).

Menu utama muncul setelah pemakai melakukan *login*. *Form* ini merupakan antar muka pemakai yang

bertujuan memberikan arahan kepada pemakai dalam menggunakan fasilitas yang tersedia pada *Sipakar Hatmalai*, yaitu: (1) menu utama pakar, dan (2) menu utama *user* (penyuluh/petani).

a. Menu Utama Pakar

Menu utama pakar merupakan *form* yang bertujuan untuk perbaikan basis pengetahuan (*knowledge base*) hama utama kedelai sesuai dengan perkembangan teknologi terbaru. Para pakar dapat melakukan perubahan terhadap: (1) basis pengetahuan, dan (2) basis aturan tentang diagnosis hama utama kedelai. Tampilan dari menu utama pakar disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Menu Utama Pakar.

Jika pakar akan melakukan perbaikan pengetahuan, maka terlebih dulu meng-*input*-kan data lokasi kerusakan, gejala kerusakan I, dan gejala kerusakan II. Selain menggunakan program sistem pakar ini, meng-*input*-kan data juga dapat dilakukan melalui program Microsoft Office Access.



Gambar 10. Form Untuk Meng-*input*-kan Data Lokasi Kerusakan.

Pada Gambar 10 disajikan cara meng-*input*-kan data lokasi dan gejala kerusakan tanaman

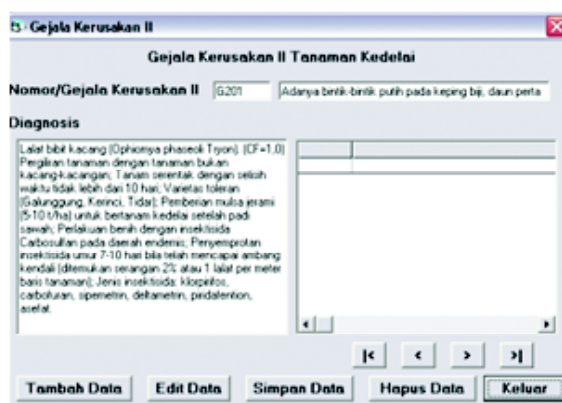
kedelai. Pada menu utama pakar dipilih *Pakar* lalu diklik *Basis Pengetahuan*. Selanjutnya pilih *Lokasi Kerusakan*, *user* pakar memasukkan Kode Lokasi Kerusakan (misalnya: LK02 Kerusakan Pada Batang). Terakhir, dilakukan penyimpanan data dengan mengklik pilihan *Tambahkan Data*. *User* pakar juga dapat melakukan *Edit Data* (perbaikan) dan *Hapus* terhadap data yang ada.

Pada Gambar 11 disajikan cara meng-*input*-kan data gejala kerusakan I tanaman kedelai. Pada menu utama pakar dipilih *Pakar* lalu diklik *Gejala Kerusakan I*. Selanjutnya pada *Nomor/Gejala Kerusakan I*, *user* pakar memasukkan Kode Gejala Kerusakan I (misalnya: G120 Polong Muda dan Tulang Daun Muda Habis Dimakan). Pada kolom *Gejala Kerusakan*, masukkan uraian tentang gejala kerusakan tersebut tadi. Terakhir, dilakukan penyimpanan data dengan mengklik pilihan *Simpan Data*. *User* pakar juga dapat melakukan *Edit Data*, *Tambah Data*, dan *Hapus* terhadap data yang ada.



Gambar 11. Form Untuk Meng-*input*-kan Data Gejala Kerusakan I.

Pada Gambar 12 disajikan cara meng-*input*-kan data gejala kerusakan II tanaman kedelai. Pada menu utama pakar dipilih *Pakar* lalu diklik *Gejala Kerusakan II*. Selanjutnya pada *Nomor/Gejala Kerusakan II*, *user* pakar memasukkan Kode Gejala Kerusakan II (misalnya: G201 Adanya bintik-bintik putih pada keping biji, Daun Pertama, atau Daun Kedua). Pada kolom *diagnosis*, masukkan penyebab kerusakan tanaman kedelai (nama hama utama) dan teknologi pengendaliannya (misalnya: Lalat bibit kacang (*Ophiomya phaseoli* Tryon). (CF=1,0) Pergiliran tanaman dengan tanaman bukan kacang-kacangan; Tanam serentak dengan selisih waktu tidak lebih dari 10 hari; Varietas toleran (Galunggung, Kerinci, Tidar); Pemberian mulsa jerami (5-10 t/ha) untuk bertanam kedelai setelah padi sawah; Perlakuan benih dengan insektisida Carbosulfan pada daerah endemis; Penyempitan insektisida umur 7-10 hari bila telah mencapai ambang kendali (ditemukan serangan 2% atau 1 lalat per meter baris tanaman); Jenis insektisida: klorpirifos, carbofuran, sipemetrin, deltametrin, piridafention, asefat.). Terakhir, dilakukan penyimpanan data dengan mengklik pilihan *Simpan Data*. *User* pakar juga dapat melakukan *Edit Data*, *Tambah Data*, dan *Hapus* terhadap data yang ada.



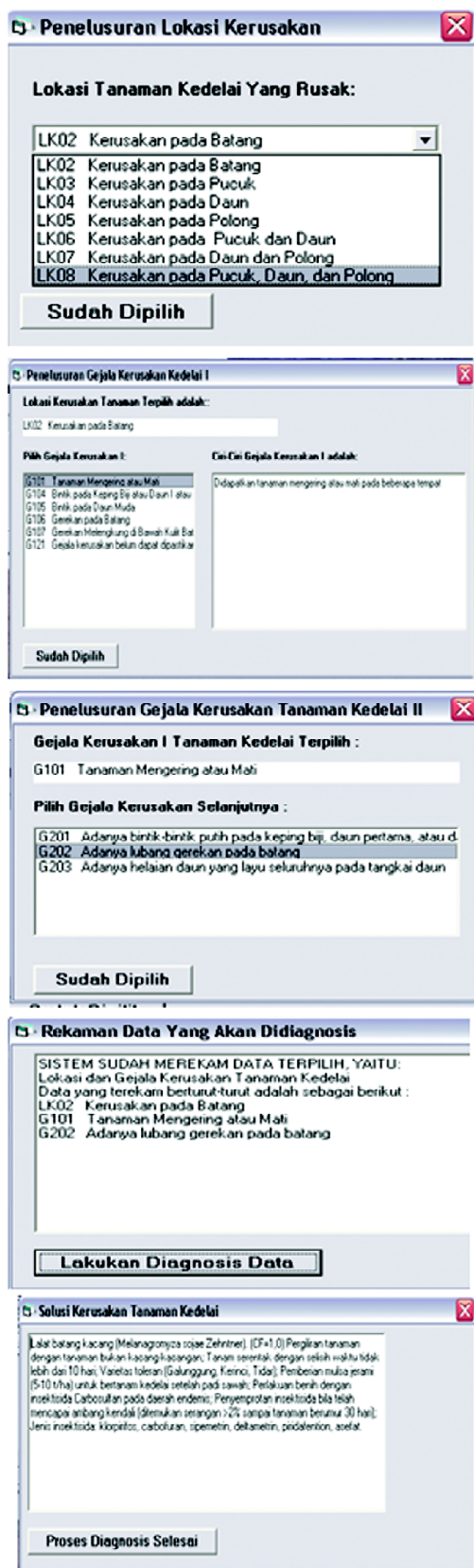
Gambar 12. Form Untuk Meng-*input*-kan Data Gejala Kerusakan II dan Diagnosis.

b. Menu Utama *User* (Penyuluh/Petani)

Menu utama *user* merupakan form yang bertujuan untuk konsultasi antara pemakai (penyuluh atau petani) dengan program sistem pakar. Form ini berupa fasilitas *Konsultasi Penyuluh/Petani* yang disediakan untuk *user* sebagai penyuluh/petani. Pada form ini, penyuluh/petani diminta untuk memasukkan semua parameter yang diinginkan oleh program sistem pakar. Tampilan dari menu utama *user* (penyuluh/petani) disajikan pada Gambar 13.



Gambar 13. Menu Utama *User* (Penyuluh/Petani).



Gambar 14. Tampilan Urutan Penelusuran (Konsultasi) User Sebagai Penyuluh/Petani.

Ada maksimum sebanyak lima tahap memasukkan data untuk konsultasi dengan cara memilih (*choice*) sesuai data yang didapatkan di lapangan. Pada tahap pertama di menu Penelusuran Lokasi Kerusakan, data yang dimasukkan adalah Lokasi Kerusakan (misalnya: LK02 Kerusakan Pada Batang), lalu klik *Sudah Dipilih*. Tahap selanjutnya muncul menu Gejala Kerusakan Kedelai I lalu pilih G101 Tanaman Mengering atau Mati, lalu klik *Sudah Dipilih*. Kemudian muncul menu Gejala Kerusakan Kedelai II lalu pilih G202 Adanya Lubang Gerekkan Pada Batang, lalu klik *Sudah Dipilih*. Pada tahap selanjutnya akan muncul menu Rekaman Data Yang Akan Didiagnosis, lalu klik *Lakukan Diagnosis Data*. Terakhir, akan keluar *output* Solusi Kerusakan Tanaman Kedelai. Jika ingin melanjutkan, klik *Proses Diagnosis Selesai*, lalu ikuti lagi urutan di atas. Tampilan dari urutan penelusuran (konsultasi) disajikan pada Gambar 14.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan dan implementasi *Sipakar Hatmalai*, maka dapat disimpulkan dan disarankan sebagai berikut:

1. Aplikasi *Sipakar Hatmalai* memiliki basis pengetahuan berupa 15 jenis hama utama yang menyerang tanaman kedelai (nama hama utama), tujuh lokasi kerusakan tanaman kedelai, dan 53 jenis gejala kerusakan tanaman kedelai, serta 166 macam kaidah. Sedangkan, solusinya berupa 15 macam teknologi pengendalian hama utama kedelai dengan nilai *Certainty Factor* (CF) berkisar 0,8-1,0.
2. Tampilan antar muka sistem pakar ini terdiri dari dua bentuk, yaitu tampilan untuk *user* pakar dan *user* non pakar (penyuluh/petani). Pakar dapat melakukan perbaikan pengetahuan berupa: basis pengetahuan (lokasi kerusakan, gejala kerusakan I, dan gejala kerusakan II) dan basis aturan. Sedangkan *user* non pakar (penyuluh/petani) hanya dapat memanfaatkan fasilitas penelusuran/konsultasi.
3. Perlu dilakukan perbaikan dan penambahan input data dan kaidah (*rule*) dalam mendiagnosis hama utama pada tanaman kedelai sehingga didapatkan *goal* yang lebih tepat dan beragam.

4. Sebelum *Sipakar Hatmalai* ini diaplikasikan ke pengguna, sebaiknya dilakukan uji coba terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Durkin, J. 1994. *Expert System Design and Development*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Jogiyanto, H.M. 2008. *Metodologi Penelitian Sistem Informasi: Pedoman dan Contoh Melakukan Penelitian di Bidang Sistem Teknologi Informasi*. Penerbit Andi Yogyakarta. 306 hlm.
- Kadir, A. dan T.R. CH. Triwahyuni. 2003. *Pengenalan Teknologi Informasi*. Yogyakarta. Penerbit Andi .
- Kusrini. 2008. *Aplikasi Sistem Pakar*. Yogyakarta; Penerbit Andi.
- Kusumadewi, S. 2003. "Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya). Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Luger, G.F. and Stubblefield, W.A. 1993. *Artificial Intelligence, Structure and Strategies for Complex Problem Solving*. San Fransisco: Benjamin/Cumming Publishing Company, Inc.
- Marwoto, E. Wahyuni, dan K.E. Neering. 1991. *Pengelolaan Pestisida dalam Pengendalian Hama Kedelai secara Terpadu*. Monograf Balittan Malang (No. 7).
- Marwoto, N. Saleh, Sunardi, A. Winarto. 1992. *Rumusan Lokakarya Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kedelai*. Malang: Balittan.
- Marwoto dan S. Hardaningsih. (2007). *Pengendalian Hama Terpadu pada Tanaman Kedelai*. Dalam Sumarno, et al. (penyunting). *Kedelai. Teknik Produksi dan Pengembangan*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Okada, T., W. Tengkanoo, and T. Djuwarso. 1988. *An Outline of Soybean Pest in Indonesia in Faunistic Aspects*. 37 p. Tidak diterbitkan.
- Raiston, David W. 1988. *Principal of Artificial Intelligence and Expert System Development*. Singapore: McGraw Hill book Co.,
- Rohman, F.F. dan A. Fauzijah. 2008. *Rancang Bangun Aplikasi Sistem Pakar Untuk Menentukan Jenis Gangguan Perkembangan Pada Anak*. *Media Informatika*, 6(1): 1-23.
- Salim MD., Alvaro Villavicencio, and Marc A. Timmerman. 2003. *A Method for Evaluating Expert System Shells for Classroom Instruction*. *Journal of Industrial Technology*. Volume 19 (1), www.nait.org.