

# SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT TANAMAN PADI BERBASIS WEB DENGAN FORWARD DAN BACKWARD CHAINING

**Anton Setiawan Honggowibowo**

Jurusan Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto  
Jl. Janti Blok-R Lanud. Adisutjipto Yogyakarta, Telp. (0274) 451262, Fax. (0274) 451265  
email: anton\_s\_h@yahoo.com

## **Abstract**

*Rice plants can be attacked by various kinds of diseases which are possible to be determined from their symptoms. However, it is to recognize that to find out the exact type of disease, an agricultural expert's opinion is needed, meanwhile the numbers of agricultural experts are limited and there are too many problems to be solved at the same time. This makes a system with a capability as an expert is required. This system must contain the knowledge of the diseases and symptom of rice plants as an agricultural expert has to have. This research designs a web-based expert system using rule-based reasoning. The rule are modified from the method of forward chaining inference and backward chaining in order to to help farmers in the rice plant disease diagnosis. The web-based rice plants disease diagnosis expert system has the advantages to access and use easily. With web-based features inside, it is expected that the farmer can accesse the expert system everywhere to overcome the problem to diagnose rice diseases.*

**Keywords:** *backward chaining, forward chaining, rice plant, rule based reasoning*

## **Abstrak**

*Tanaman padi dapat diserang berbagai macam penyakit, penyakit tersebut dapat diketahui dari gejala-gejala yang ditimbulkannya, akan tetapi untuk mengetahui secara tepat jenis penyakit yang menyerang padi tersebut, memerlukan seorang pakar/ahli pertanian. Sedangkan jumlah pakar pertanian terbatas dan tidak dapat mengatasi permasalahan petani dalam waktu yang bersamaan, sehingga diperlukan suatu sistem yang mempunyai kemampuan seperti seorang pakar, yang mana didalam sistem ini berisi pengetahuan keahlian seorang pakar pertanian mengenai penyakit dan gejala tanaman padi. Pada penelitian ini dirancang sistem pakar berbasis web menggunakan basis aturan (rule based reasoning) dengan metode inferensi forward chaining dan backward chaining yang dimaksudkan untuk membantu petani dalam mendiagnosa penyakit tanaman padi. Sistem pakar diagnosa penyakit tanaman padi berbasis web yang telah dikembangkan mempunyai keunggulan dalam kemudahan akses dan kemudahan pemakaian. Dengan fitur yang berbasis web yang dimiliki, sistem pakar untuk diagnosa penyakit tanaman padi yang telah dibangun dapat digunakan sebagai alat bantu untuk diagnosa penyakit tanaman padi dan dapat diakses oleh petani dimanapun juga untuk mengatasi persoalan keterbatasan jumlah pakar pertanian dalam membantu petani mendiagnosa penyakit tanaman padi.*

**Kata kunci:** *backward chaining, forward chaining, rule based reasoning, tanaman padi*

## **1. PENDAHULUAN**

Pertanian mempunyai arti yang penting bagi kehidupan manusia, selama manusia hidup, selama itu juga pertanian tetap akan ada. Hal itu disebabkan karena makanan merupakan kebutuhan manusia paling pokok selain udara dan air. Makanan merupakan hasil dari pertanian yang mana setiap tahun kebutuhan akan makanan semakin meningkat karena populasi manusia terus bertambah. Secara khusus beras merupakan hasil dari tanaman padi yang digunakan sebagai makanan pokok manusia.

Hal yang sering terjadi, banyak kerugian yang diakibatkan karena adanya penyakit tanaman yang terlambat untuk didiagnosis dan sudah mencapai tahap yang parah dan menyebabkan terjadinya gagal panen. Sebenarnya setiap penyakit tanaman tersebut sebelum mencapai tahap yang lebih parah dan meluas umumnya menunjukkan gejala-gejala penyakit yang diderita tetapi masih dalam tahap yang ringan dan masih sedikit. Tetapi petani sering mengabaikan hal ini karena ketidaktahuannya dan menganggap gejala tersebut sudah biasa terjadi pada masa tanam, sampai suatu saat timbul gejala yang sangat parah dan meluas, sehingga sudah terlambat untuk dikendalikan.

Ahli pertanian dalam hal ini mempunyai kemampuan untuk menganalisa gejala-gejala penyakit tanaman tersebut, tetapi untuk mengatasi semua persoalan yang dihadapi petani terkendala oleh waktu dan banyaknya petani yang mempunyai masalah dengan tanamannya. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dibuat suatu aplikasi sistem pakar yang memberikan informasi mengenai hama penyakit tanaman dan dapat mendiagnosa gejala-gejala penyakit tanaman, khususnya tanaman padi, sekaligus memberikan solusi penanggulangannya, yang nantinya dapat digunakan untuk mengurangi atau memperkecil resiko kerusakan tanaman. Implementasi sistem pakar ini dibuat dengan berbasis Web agar dapat diakses dan dimanfaatkan masyarakat secara luas.

Pada penelitian terdahulu dengan judul "A WebGIS Expert System for Rice Brown Planthopper Disaster Early-Warning in China's Shanghai" [1] telah membahas sistem pakar yang berkaitan dengan hama wereng yang menyerang tanaman padi di daerah Shanghai Cina. Sistem pakar WebGIS digunakan untuk membantu mengevaluasi bencana akibat hama wereng tersebut. Penerapan sistem pakar WebGIS ini menggunakan metode inferensi *backward chaining*, dan simpulannya akan ditampilkan dalam peta WebGIS. Penelitian yang lain tentang aplikasi sistem pakar berbasis web telah dilakukan oleh Handayani [2] dengan memanfaatkan shell *e2gLite* yang dimaksudkan untuk membantu (bukan menggantikan) tugas-tugas para dokter serta melengkapi kemampuan para dokter tersebut dalam membuat keputusan yang optimal melalui pengolahan komputer. Mesin inferensi pada *applet e2gLite* digunakan untuk melakukan penelusuran aturan [3].

Hal yang berbeda pada penelitian ini dengan dua penelitian terdahulu adalah digunakannya dua metode inferensi yaitu *forward chaining* dan *backward chaining*, sedangkan persoalan yang dibahas mengenai penyakit tanaman padi dan gejala-gejala yang menyertainya. Sistem pakar ini dibuat berbasis web dengan menggunakan PHP dan database Mysql yang sangat ringan dan mudah diakses tanpa perlu menginstall aplikasi *java* seperti penggunaan *applet* pada [2]. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh petani untuk mendiagnosa penyakit tanaman padinya, sehingga petani tidak harus menunggu kehadiran seorang pakar pertanian untuk mendiagnosa penyakit tanaman padi.

## 2. FORWARD DAN BACKWARD CHAINING

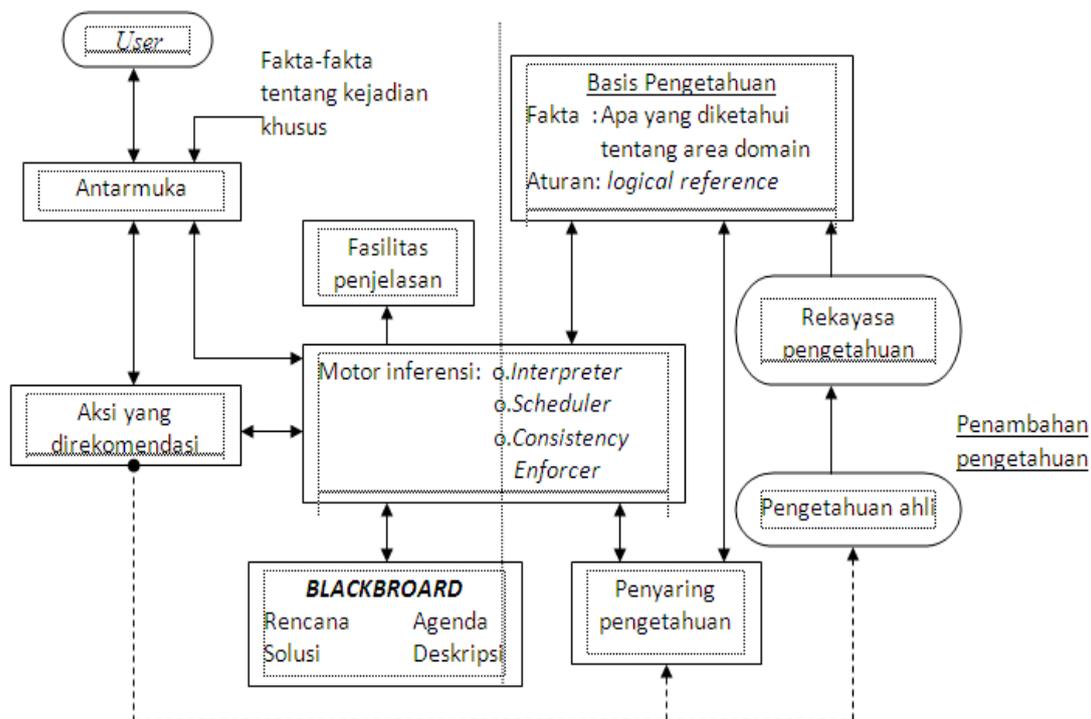
Sistem pakar adalah sistem yang menggunakan pengetahuan manusia yang terekam dalam komputer untuk memecahkan persoalan yang biasanya memerlukan keahlian manusia [2-3]. Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli.

Sistem pakar dapat ditampilkan dalam dua lingkungan, yaitu: pengembangan dan konsultasi. Lingkungan pengembangan digunakan oleh pembangun sistem pakar untuk membangun komponen dan memasukkan pengetahuan ke dalam basis pengetahuan. Lingkungan konsultasi digunakan oleh orang yang bukan ahli untuk memperoleh pengetahuan dan berkonsultasi.

Komponen-komponen yang ada pada sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 1, yaitu :

1. Basis pengetahuan (*Knowledge base*). Berisi pengetahuan-pengetahuan yang dibutuhkan untuk memahami, memformulasikan dan memecahkan persoalan.
2. Motor inferensi (*inference engine*). Ada 2 cara yang dapat dikerjakan dalam melakukan inferensi, yaitu:
  - a. *Forward chaining* merupakan grup dari multiple inferensi yang melakukan pencarian dari suatu masalah kepada solusinya. *Forward chaining* adalah *data-driven* karena inferensi dimulai dengan informasi yang tersedia dan baru konklusi diperoleh.

- b. *Backward chaining* menggunakan pendekatan *goal-driven*, dimulai dari ekspektasi apa yang diinginkan terjadi (hipotesis), kemudian mencari bukti yang mendukung (atau kontradiktif) dari ekspektasi tersebut.
3. *Blackboard*. Merupakan area kerja memori yang disimpan sebagai database untuk deskripsi persoalan terbaru yang ditetapkan oleh data input dan digunakan juga untuk perekaman hipotesis dan keputusan sementara.
4. Subsistem akuisisi pengetahuan. Akuisisi pengetahuan adalah akumulasi, transfer dan transformasi keahlian pemecahan masalah dari pakar atau sumber pengetahuan terdokumentasi ke program komputer untuk membangun atau memperluas basis pengetahuan.
5. Antarmuka pengguna. Digunakan untuk media komunikasi antara *user* dan program.
6. Subsistem penjelasan. Digunakan untuk melacak respon dan memberikan penjelasan tentang kelakuan sistem pakar secara interaktif melalui pertanyaan.
7. Sistem penyaring pengetahuan.



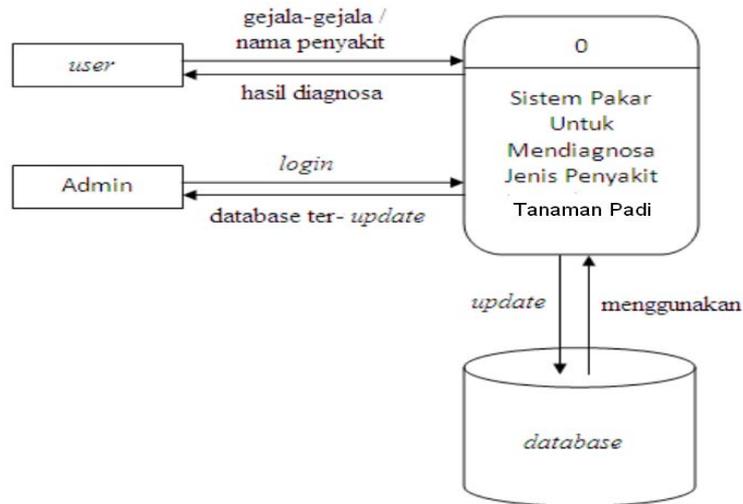
Gambar 1. Struktur sistem pakar [3]

### 3. METODE PENELITIAN

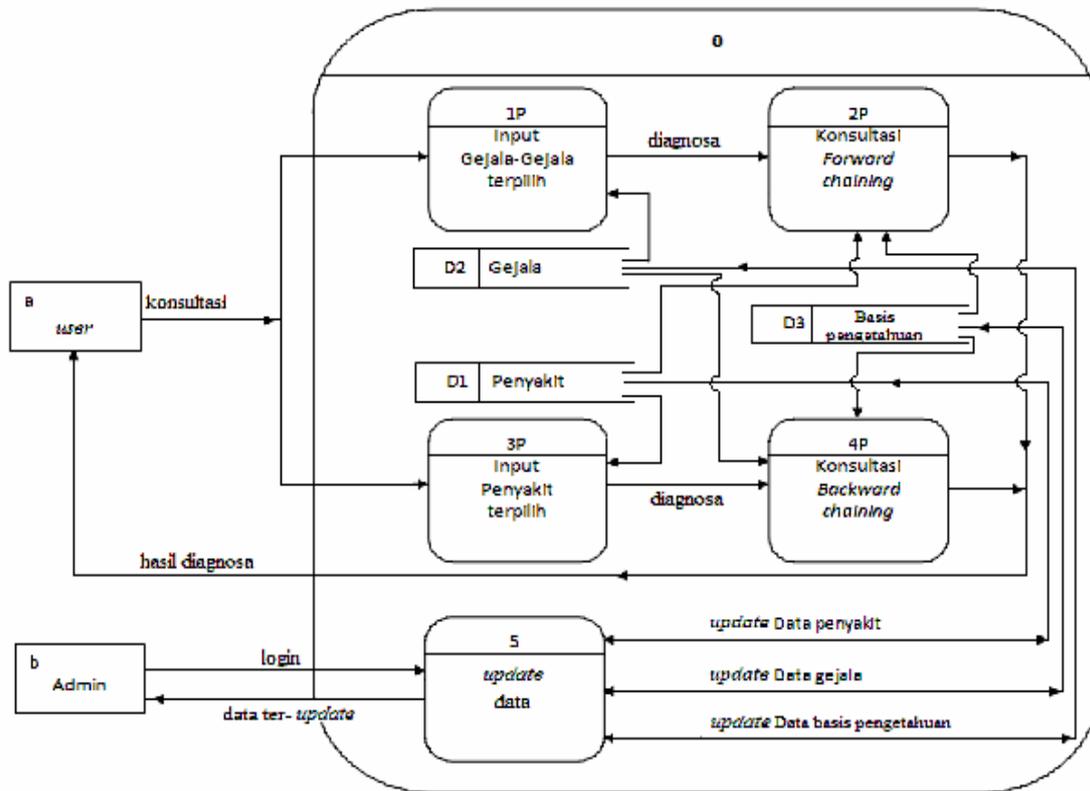
Diagram Alir Data (DAD) merupakan suatu model logika data atau proses yang dibuat untuk menggambarkan dari mana asal data, ke mana tujuan data yang keluar dari sistem, dimana data disimpan, proses apa yang menghasilkan data tersebut, interaksi antara data yang tersimpan dan proses yang dikenakan pada data tersebut. Sehingga dengan DAD ini bisa diketahui dimana data disimpan dan bagaimana transformasi datanya.

Diagram konteks merupakan gambaran perancangan secara global dari sistem. Pada Gambar 2, terlihat 2 pengguna sistem pakar, yaitu user yang dalam hal ini adalah petani atau masyarakat umum dan admin yang dapat melakukan update data, dalam hal ini admin adalah pakar bidang pertanian atau dinas pertanian.

Pada diagram level 0, tampak keseluruhan proses sistem pakar dengan 2 model konsultasi yaitu *forward chaining* dan *backward chaining*. Secara lebih jelas diagram level 0 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Diagram Konteks



Gambar 3. Diagram Level 0

Metode penelusuran diperlukan untuk menarik simpulan dari data-data yang telah di isikan oleh user. Metode yang digunakan adalah *forward chaining* dan *backward chaining*. Metode *forward chaining* adalah metode dimana penelusuran di mulai dari mengambil fakta-fakta terlebih dahulu baru kemudian digunakan untuk menarik simpulan. Sebaliknya metode *backward chaining* adalah metode yang dimulai dari suatu simpulan untuk mencari fakta-fakta pendukung. Dalam hal ini gejala digunakan sebagai fakta, setelah semua data gejala terpenuhi dapat digunakan untuk menarik simpulan mengenai suatu penyakit. Adapun basis pengetahuan

yang digunakan adalah penalaran berbasis aturan (*Rule-Based Reasoning*) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Basis Pengetahuan

No	Aturan
1	IF Tanaman kerdil AND Anakan berkurang / sedikit AND Daun menguning sampai jingga dari pucuk ke pangkal AND Daun muda terlihat seperti mottle AND Daun tua seperti bintik-bintik coklat bekas ditusuk THEN Tungro
2	IF Tanaman kerdil AND Bercak–bercak berwarna coklat AND Anakan bertambah banyak AND Daun pendek dan sempit AND Daun berwarna hijau pucat / kekuning-kuningan AND Bercak menyerang daun AND Anakan tumbuh tegak THEN Kerdil Rumpuk
3	IF Daun melingkar seperti terpilin AND Tepi helai daun bergerigi AND Daun bendera robek-robek / berombak-ombak sepanjang pembuluh AND Daun berwarna hijau tua AND Gabah yang di hasilkan hampa/kosong AND Malai keluar sebagian THEN Kerdil Hampa
4	IF Bercak berbentuk oval atau elips AND Bercak menyerang daun AND Bercak berwarna kelabu / keputihan AND Bercak dilingkari warna coklat / merah kecoklatan AND Pangkal leher malai berwarna coklat keabu-abuan AND Daerah dekat leher panikel berwarna coklat THEN Blast
5	IF Bercak –bercak berwarna coklat AND Bercak berbentuk oval atau elips AND Bercak menyerang daun AND Bercak hitam / coklat pada kulit gabah THEN Bercak Coklat
6	IF Bercak berbentuk oval atau elips AND Bercak pada pelepah daun bagian bawah AND Bercak berwarna abu-abu kehijauan / hijau keabu-abuan THEN Hawar Pelepah
7	IF Bercak berwarna abu-abu kehijauan / hijau keabu-abuan AND Tepi daun luka berupa garis bercak kebasahan AND Daun keriput dan layu seperti tersiram air panas AND Daun menggulung dan mengering AND Daun berwarna abu-abu keputih-putihan AND Daun tua normal, daun muda pucat klorosis THEN Hawar Bakteri
8	IF Anakan berkurang / sedikit AND Daun menggulung dan mengering AND Daun berwarna jingga AND Akar tanaman lebih sedikit THEN Daun Jingga
9	IF Tanaman kerdil AND Anakan bertambah banyak AND Daun berwarna hijau pucat atau kuning pucat AND Anakan tumbuh lemas THEN Kerdil Kuning

#### Penerapan Sistem Pakar ke Web

Dari sisi *client*, halaman web dapat dibuka menggunakan berbagai macam *browser* seperti *internet explorer*, *opera*, *mozilla firofox*, dan lain sebagainya. Sedangkan dari sisi *server*, biasanya dengan meletakkan file-file ke *web hosting* yang mendukung bahasa PHP dan *MySql*. Hampir semua penyedia *web hosting* sekarang ini sudah mendukung bahasa PHP dan database *MySql*.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Implementasi

Hasil implementasi sistem pakar diagnosa penyakit tanaman padi dengan metode inferensi *forward chaining* dan *backward chaining* berbasis web mempermudah untuk diakses oleh siapa saja (khususnya petani) dan dimana saja (asalkan tersedia jaringan internet).

Pada Gambar 4 dibawah ini menampilkan data gejala pada penyakit padi yang dapat dipilih oleh user. User, secara spesifik petani akan memilih gejala tersebut sesuai dengan gejala-gejala yang sedang dialami di tanaman padi miliknya. Cara memilih adalah dengan klik pada kotak didepan kalimat tersebut, sampai muncul tanda V. Gejala yang dipilih bisa lebih dari satu disesuaikan dengan kondisi tanaman padi.

Sedangkan Gambar 5 menampilkan hasil inferensi untuk tanaman padi sesuai dengan gejala yang telah dipilih sebelumnya. Hasil diagnosa dari sistem pakar berbasis web dengan metode inferensi *forward chaining* dan *backward chaining* akan dapat menampilkan nama penyakit, gejala-gejala yang menandai penyakit tersebut, penjelasan mengenai penyakit dan langkah-langkah pengendalian teknis terhadap penyakit tersebut.

Persentase yang nampak pada Gambar 5 menunjukkan bahwa dengan pilihan dua gejala, yaitu anakan tumbuh tegak dan daun menguning sampai jingga dari pucuk ke pangkal, menghasilkan simpulan bahwa mungkin tanaman padi tersebut menderita penyakit tungro dengan derajat kepastian 50% saja. Hal ini terjadi karena gejala yang di pilih tadi juga merupakan gejala pada penyakit tanaman padi yang lain.

**Gejala Penyakit**

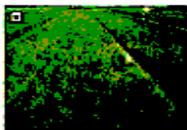
- Akar tanaman lebih sedikit
- Anakan berkurang / sedikit
- Anakan bertambah banyak
- Anakan tumbuh lemas
- Anakan tumbuh tegak
- Bercak-bercak berwarna coklat
- Bercak berbentuk oval / elips
- Bercak berwarna abu-abu kehijauan / hijau keabu-abuan
- Bercak berwarna kelabu / keputihan
- Bercak dilingkari warna coklat / merah kecoklatan
- Bercak hitam / coklat pada kulit gabah
- Bercak menyerang daun
- Bercak pada pelepah daun bagian bawah
- Daerah dekat leher panikel berwarna coklat
- Daun bendera robek-robek / berombak sepanjang pembuluh
- Daun berwarna abu-abu keputih-putihan
- Daun berwarna hijau pucat / kekuning-kuningan
- Daun berwarna hijau pucat / kuning pucat
- Daun berwarna hijau tua
- Daun berwarna jingga
- Daun keriput dan layu seperti tersiram air panas
- Daun melingkar seperti terpilin
- Daun menggulung dan mengering
- Daun menguning sampai jingga dari pucuk ke pangkal
- Daun muda terlihat seperti mottle

Gambar 4. Tampilan gejala penyakit padi

**Gejala Penyakit yang di pilih :**

- 1 Anakan tumbuh tegak
- 2 Daun menguning sampai jingga dari pucuk ke pangka

**Hasil Analisa**



Nama Penyakit	Tungro
Persentase	50,00 %
Definisi	Tungro merupakan penyakit Padi yang dibawa oleh wereng hijau dan wereng loreng
Penyebab	Virus

**Gejala Penyakit yang mendukung :**

- 1 Daun menguning sampai jingga dari pucuk ke pangkal

**Pengendalian Teknis**

- 1 Rotasi / pergiliran tanaman
- 2 Penanaman varietas unggul / tahan
- 3 Pengolahan Tanah secara optimal

Gambar 5. Tampilan hasil uji coba inferensi tanaman padi

## 4.2. Analisa Sistem

Sistem yang dibangun ini dianalisa agar penerapan teori ke dalam praktik program dapat sejalan. Sehingga jika dicek baik secara manual dengan programnya menghasilkan diagnosa dan penghitungan prosentase kemungkinan jenis penyakit yang tidak jauh beda. Sistem pakar untuk mendiagnosa jenis penyakit pada tanaman padi ini memberikan solusi berupa hasil diagnosa dan prosentase kemungkinan jenis penyakit dengan metode *forward chaining* maupun info penyakit dengan metode *backward chaining*.

### 1. Analisa Hasil Konsultasi

Diambil contoh pada proses konsultasi, memilih gejala diantara gejala-gejala yang ditampilkan sebagai input:

- a. Gejala yang terpilih: anakan tumbuh tegak dan daun menguning sampai jingga dari pucuk ke pangkal
- b. Langkah diagnosa:
  - 1) Mencari jenis penyakit yang memiliki gejala terpilih sesuai basis pengetahuan.
  - 2) Mencari jumlah gejala yang terpenuhi oleh gejala terpilih pada basis pengetahuan.

- 3) Mencari jumlah gejala yang harus terpenuhi pada basis pengetahuan.
  - 4) Melakukan perhitungan prosen kemungkinan hasil diagnosa.
  - 5) Melakukan perhitungan prosentase kemungkinan hasil diagnosa terhadap keseluruhan kemungkinan terdiagnosa.
- c. Penyelesaian:
- 1) Mencari jenis penyakit yang memiliki gejala terpilih pada basis pengetahuan, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.
  - 2) Diagnosa awal seperti ditunjukkan pada Tabel 3.
  - 3) Hasil diagnosis seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 2. Aturan Konsultasi

Nama Penyakit	Gejala
Tungro	Tanaman kerdil
	Anakan berkurang / sedikit
	Daun menguning sampai jingga dari pucuk ke pangkal
	Daun muda terlihat seperti mottle
	Daun tua seperti bintik-bintik coklat bekas ditusuk
Kerdil Rumput	Tanaman kerdil
	Bercak –bercak berwarna coklat
	Anakan bertambah banyak
	Daun pendek dan sempit
	Daun berwarna hijau pucat / kekuning-kuningan
	Bercak menyerang daun
Anakan tumbuh tegak	

Tabel 3. Tabel Hasil Diagnosa Awal

Nama Penyakit	Jumlah gejala harus terpenuhi	Jumlah gejala terpenuhi	Prosen (%)
Tungro	5	1	20
Kerdil Rumput	7	1	14,29
Jumlah prosentase			34,29

Keterangan:

Prosen= (Jumlah gejala terpenuhi / Jumlah gejala harus terpenuhi) x 100%

Prosen= Besarnya prosentase kemungkinan penyakit berdasarkan gejala yang terpenuhi

Tabel 4. Tabel Hasil Diagnosa

Kode penyakit	Prosentase kemungkinan dari keseluruhan (%)
Tungro	$(20 / 34,29) * 100\% = 58,33$
Kerdil Rumput	$(14,29 / 34,29) * 100\% = 41,67$

Keterangan:

Prosentase= (prosen / jumlah prosen) x 100%

Prosentase= Besarnya prosentase kemungkinan penyakit berdasarkan keseluruhan kemungkinan penyakit

## 2. Analisa Hasil Info Penyakit

Diambil contoh pada proses info penyakit, memilih jenis penyakit sebagai input:

- a. Penyakit yang dipilih: Tungro
- b. Langkah diagnosa:
  - 1) Mencari gejala dari jenis penyakit terpilih dari aturan gejala yang ada.
  - 2) Mencari keterangan detail tentang penyakit terpilih
- c. Penyelesaian:
  - 1) Mencari gejala dari jenis penyakit terpilih dari aturan gejala yang ada pada Tabel 5.

Tabel 5. Aturan Info Penyakit

Nama Penyakit	Gejala
Tungro	Tanaman kerdil
	Anakan berkurang / sedikit
	Daun menguning sampai jingga dari pucuk ke pangkal
	Daun muda terlihat seperti mottle
	Daun tua seperti bintik-bintik coklat bekas ditusuk

## 2) Mencari keterangan detail tentang penyakit terpilih:

Definisi	: Tungro merupakan penyakit Padi yang dibawa oleh wereng hijau dan wereng loreng
Penyebab	: Virus
Pengendalian Teknis	: Rotasi / pergiliran tanaman, Penanaman varietas unggul / tahan, Pengolahan Tanah secara optimal, Pengaturan jarak tanam, Penanaman serempak
Pengendalian Kimia	: Dharmachin 50WP, Baycarb 500EC, Mipcin 50Wp, Petrofur 3GR

Pada penelitian ini menerapkan 2 metode inferensi *forward chaining* dan *backward chaining* sehingga memudahkan proses diagnosa penyakit padi. Proses diagnosa dapat berupa konsultasi yang dimulai dari menanyakan gejala-gejala pada tanaman padi, dan yang kedua proses diagnosa dapat dengan memilih daftar penyakit sehingga akan memunculkan informasi tentang penyebab dan langkah-langkah penanganan penyakit tersebut.

Sistem pakar diagnosa penyakit tanaman padi berbasis web yang telah dikembangkan mempunyai keunggulan dalam kemudahan akses dan kemudahan pemakaian. Aplikasi mudah diakses dari berbagai tempat dan di pihak pengguna tidak perlu menyediakan aplikasi khusus, hanya perlu memiliki aplikasi *browser* saja, yang biasanya aplikasi *browser* tersebut sudah ada pada waktu *install* sistem operasi (*Windows/Linux*).

## 5. SIMPULAN

Sistem pakar untuk mendiagnosa jenis penyakit pada tanaman padi dapat membantu petani mendiagnosa jenis penyakit dan memberikan pengetahuan tentang jenis penyakit tersebut. Sistem ini dibangun untuk menyimpan pengetahuan keahlian seorang pakar pertanian khususnya tanaman padi, sehingga sistem dapat dijadikan asisten pandai di bidangnya sebagai sumber pengetahuan oleh *user*. Pembangunan sistem dirancang sedemikian rupa sehingga dapat mengadopsi perkembangan penyakit penalaran yang digunakan berbasis aturan (*Rule-Based Reasoning*) dengan metode inferensi *forward chaining* dan *backward chaining*. Implementasi sistem pakar dalam bentuk web sangat membantu memberikan kemudahan bagi *user* dalam mengaksesnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Chen X., Luo Q., Jiang Y., Lv Z., and Wu S., "A WebGIS Expert System for Rice Brown Planthopper Disaster Early-Warning in China's Shanghai", Bioinformatics and Biomedical Engineering, ICBBE, The 2nd International Conference on, pp 2485-2488, May 2008.
- [2]. Handayani, L., Sutikno, T., "Sistem Pakar Berbasis Web Dengan Shell e2glite untuk Diagnosis Penyakit Hati", Jurnal Telkomnika, Vol.2 No.1, pp 63-70, April 2004.
- [3]. Turban E., Aronson J.E., Liang T.P., "Decision Support Systems and Intelligent Systems (Sistem Pendukung Keputusan dan Sistem Cerdas)", Edisi 7, Jilid 2, CV.Andi Offset, Yogyakarta, 2005.
- [4]. "Pedoman Deteksi Dini Serangan OPT (Penyakit Tanaman Padi)", Dirjend. Tanaman Pangan, Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan, Jakarta, 2007.
- [5]. "Pengenalan dan Pengendalian OPT Padi", Dirjend. Tanaman Pangan dan Holtikultura, Direktorat Bina Perlindungan Tanaman, Jakarta, 1994.