

6/11/08  
2009  
068



# **SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT IKAN MAS (*Cyprinus carpio*) DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY**

**ANGGI MARDIYONO**



**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2009**

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



# **SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT IKAN MAS (*Cyprinus carpio*) DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY***

**ANGGI MARDIYONO**

**Skripsi**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Komputer pada  
Departemen Ilmu Komputer**

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2009**

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## ABSTRACT

ANGGI MARDIYONO. Expert System to Diagnose Common Carp (*Cyprinus carpio*) Disease Using Fuzzy Logic. Supervised by SRI NURDIATI, YENI HERDIYENI, and DINAMELLA WAHJUNINGRUM.

Common carp is one of commodity of fresh water fishes which is very interesting and profitable for cultivation. One of problems faced by this cultivation is common carp disease. The disease can kill the fish only in few days or even in few hours. The impact of the disease will reduce the productivity of fish cultivation. Nowadays to diagnose fish disease still uses conventional ways such as PCR (Polymerase Chain Reaction). This method is fast but more costly. On the other hand, diagnosing using clinical indication needs human expert. The result of this research, hopefully, can help farmer to diagnose common carp disease faster and more accurate.

Expert system which is built in this research adopts human expert in diagnosing gold fish disease through clinical indication. The input of this system are temperature, pH, oxygen content, turbidity, ammonia, and physical indication. Fuzzy logic is used to measure quality of water. Fuzzy logic which is used in this case is Mamdani with Centroid defuzzification. Forward chaining is used to detect the disease caused by pathology agent.

The result of the research denoted that the accuracy of diagnosing the disease caused by pathology agent is 100% and the accuracy of measuring quality of water is 80%. From the result it can be concluded that both methods are suitable to diagnose common carp disease.

**Keyword :** expert system, forward chaining, fuzzy logic, common carp.

1. Dilarang menyalin, mengutip, atau menjiplak sebagian atau seluruh isi karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

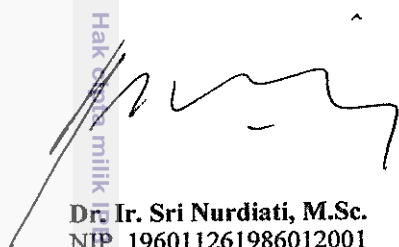
Bogor Agricultural University

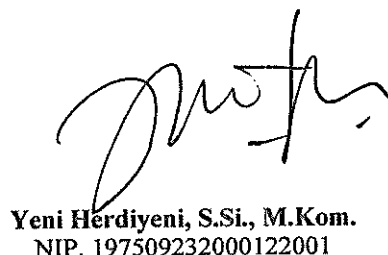
Judul : Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dengan Menggunakan Logika Fuzzy  
Nama : Anggi Mardiyono  
NRP : G64104066

Menyetujui:

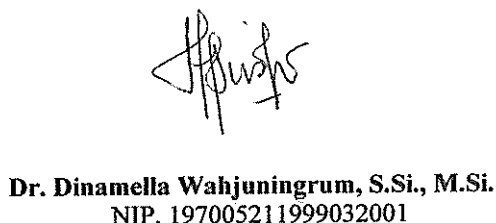
Pembimbing I,

Pembimbing II,

  
**Dr. Ir. Sri Nurdiati, M.Sc.**  
NIP. 196011261986012001

  
**Yeni Herdiyeni, S.Si., M.Kom.**  
NIP. 197509232000122001

Pembimbing III,

  
**Dr. Dinamella Wahjuningrum, S.Si., M.Si.**  
NIP. 197005211999032001

Mengetahui:

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Pertanian Bogor

  
**Dr. drh. Hasim, DEA.**  
NIP. 196103281986011002

SN -

Tanggal Lulus :



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Banyumas pada tanggal 7 Juni 1986 dari pasangan Bapak Sehat Suparlan dan Ibu Martuti. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara kembar.

Pada tahun 2004 penulis lulus dari Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Purwokerto, Kabupaten Banyumas. Pada tahun 2004 juga, penulis langsung melanjutkan studi ke Institut Pertanian Bogor melalui jalur USMI (Undangan Seleksi Masuk IPB) dan diterima pada Program Studi Sarjana Ilmu Komputer, Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Semasa kuliah penulis aktif di berbagai organisasi, diantaranya adalah HIMALKOM (Himpunan Mahasiswa Ilmu Komputer) dan IKAMAHAMAS (Ikatan Mahasiswa Banyumas). Penulis menjalani Praktek Kerja Lapang di PUSLITBANGBUN (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan) di Cimanggu Bogor pada tahun 2007 sebagai *programmer*.

Bapak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip atau menjiplak karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## PRAKATA

*Alhamdulillah*, puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan karya tulis ilmiah dengan judul Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dengan Menggunakan Logika Fuzzy.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang membantu terselesaikannya penulisan karya ilmiah ini, antara lain kepada:

1. Kedua Orang tuaku, kakak-kakakku, keponakan-keponakanku dan semua keluargaku. Terima kasih untuk dukungan, bantuan dan pengertiannya yang sangat besar.
2. Saudara kembarku, Anggi Mardiyanto atas dorongan, doa dan dukungan.
3. Keluarga besar Parman Siswodihardjo dan Muradi yang memberikan semangat dan doa.
4. Ibu Dr. Ir. Sri Nurdianti, M.Sc., Ibu Yeni Herdiyeni, S.Si., M.Kom., dan Ibu Dr. Dinamella Wahyuningrum selaku dosen pembimbing penulis yang telah membimbing penyusunan skripsi.
5. Mukhammad Subkhan, S.Pi. selaku asisten pakar yang selalu meluangkan waktu dalam memberikan pengetahuan tentang penyakit ikan mas kepada penulis.
6. Dosen, staf, dan karyawan Departemen Ilmu Komputer IPB atas bantuannya.
7. Teman-teman Mangrove Garden: Kusno, Adi, Ado, Mas Subkhan, Ringga, Hilmi, Udin, Mas Agung, Toro, Haris, Mas Huda, Mas Renato, Bang Dian, Bang Oyo, Mas Udin, dan Alumni Mangrove Garden yang belum disebut atas semangat dan dukungannya.
8. Teman-teman seperjuangan Ilkomerz 41 atas kebersamaan selama ini.
9. Kakak-kakak kelas Ilkom 40, 39, 38, 37, dan seterusnya atas dukungannya.
10. Adik-adikku: Fadhil, Ami, Fajar, Arul, Yuni dan Alya terima kasih atas rasa kekeluargaan dan bantuannya.
11. Teman-teman *halaqoh*: Akh Ganang, Akh Asif, Akh Anis, Akh Fitroh, Akh Deris, dan Akh Yayan.
12. *Murabbi* Ust. Juadi Abdullah, Ust. Tarwin dan Ust. Eka atas dukungannya.
13. Teman-teman OMDA IKAMAHAMAS atas kebersamaannya.
14. Teman-teman *Summer World Culture Experience* 2009 atas kekompakan dan kekeluargaannya.
15. Mas Usep, mas Andi, mas Akhyar, dan kakak-kakak yang lain atas bantuannya.
16. Semua pihak yang belum tertulis di sini yang jasanya sangat besar terhadap penulis.

Penulis meminta maaf jika terdapat kesalahan dalam penyusunan penelitian ini. Untuk itu penulis memohon kritik dan saran yang membangun untuk melakukan perbaikan penyusunan penelitian ini. Semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat dan menjadikannya amal *sholih*. Amin

Bogor, Agustus 2009

Anggi Mardiyono





## DAFTAR ISI

### Halaman

DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
PENDAHULUAN	
Latar Belakang .....	1
Tujuan Penelitian .....	1
Ruang Lingkup Penelitian .....	1
TINJAUAN PUSTAKA	
Sistem Pakar .....	1
Pengertian Sistem Pakar .....	1
Struktur Sistem Pakar .....	2
Basis Pengetahuan ( <i>Knowledge Base</i> ) .....	2
Mesin Inferensi ( <i>Inference Engine</i> ) .....	2
Fakta .....	2
Fasilitas Penjelas .....	2
Fasilitas Akuisisi Pengetahuan ( <i>Knowledge Acquisition</i> ) .....	2
Antarmuka Pengguna ( <i>User Interface</i> ) .....	2
Runut Maju ( <i>Forward Chaining</i> ) .....	2
Runut Balik ( <i>Backward Chaining</i> ) .....	3
Modul Penyusunan Sistem Pakar .....	3
Sistem Fuzzy .....	3
Logika Fuzzy .....	4
Permasalahan Nyata .....	4
Representasi <i>Natural</i> .....	4
Fuzzifikasi .....	4
Komputasi secara Fuzzy .....	4
Defuzzifikasi .....	5
Solusi .....	5
Penyakit Ikan Mas .....	5
Parasit .....	5
Bakteri .....	5
Fungi .....	6
Virus .....	6
METODOLOGI PENELITIAN	
Kerangka Pemikiran .....	6
Tahap Penelitian .....	7
Analisis Kebutuhan .....	7
Proses Akuisisi Pengetahuan .....	7
Penambahan Basis Pengetahuan .....	7
Pembuatan Program .....	7
Desain Antarmuka Pengguna .....	7
Verifikasi dan Validasi .....	7
Desain Sistem .....	7
Implementasi Sistem .....	8
Integrasi Sistem .....	8
Rancang Bangun Sistem .....	8
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Model Sistem .....	8

1. Dilarang menjiplak atau menyalin seluruh atau sebagian isi buku ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengurniakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Proses Inferensi.....	9
Fuzzifikasi.....	9
Defuzzifikasi.....	11
Perancangan Basis Data.....	11
Verifikasi Sistem.....	11
Hasil Uji Coba.....	12

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan.....	12
Saran.....	12

## DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN.....	14
---------------	----

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.





## DAFTAR TABEL

	Halaman
Parameter masukan Sistem Pakar Penyakit Ikan Mas .....	7
Parameter data <i>fuzzy</i> verifikasi sistem .....	12

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Struktur sistem pakar (Giarattano 1998).....	2
Runut Maju.....	3
Runut Balik.....	3
Model fungsi keanggotaan gugus <i>fuzzy</i> .....	4
Alur penyelesaian menggunakan metode <i>fuzzy</i> (Marimin 2002).....	4
Diagram konsep penelitian .....	6
Representasi kurva untuk suhu .....	9
Representasi kurva untuk pH.....	10
Representasi kurva untuk oksigen .....	10
Representasi kurva untuk kecerahan.....	10
Representasi kurva untuk amoniak .....	10
Representasi kurva untuk kualitas air .....	11
Hubungan antar tabel.....	11

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Tingkat nafsu makan berdasarkan bobot. ....	15
Tingkat kepadatan.....	15
Tingkat kematian .....	15
Tingkat kelayakan suhu air. ....	15
Tingkat kelayakan pH air.....	16
Tingkat kelayakan O <sub>2</sub> air. ....	16
Tingkat kelayakan kecerahan air .....	16
Tingkat kelayakan NH <sub>3</sub> air. ....	16
Perilaku dan morfologi ikan sehat. ....	17
Perilaku dan morfologi ikan terserang penyakit Kutu .....	18
Perilaku dan morfologi ikan terserang penyakit <i>Saprolegniasis</i> .....	19
Perilaku dan morfologi ikan terserang penyakit <i>Myxosporeasis</i> .....	20
Perilaku dan morfologi ikan terserang penyakit bintik putih.....	21
Perilaku dan morfologi ikan terserang penyakit <i>Lerneasis</i> .....	22
Perilaku dan morfologi ikan terserang penyakit <i>Motil Aeromonas Septikaemia</i> .....	23
Perilaku dan morfologi ikan terserang penyakit <i>Tuberkulosis</i> .....	24
Perilaku dan morfologi ikan terserang penyakit <i>Pseudomonas</i> .....	25
Perilaku dan morfologi ikan terserang penyakit Herpes virus .....	26
Diagram alur untuk pengguna.....	27
Diagram alur untuk administrator.....	28
Aturan <i>fuzzy</i> untuk menentukan kelayakan lingkungan air.....	29
Metode <i>fuzzy</i> Mamdani untuk menentukan kelayakan lingkungan air .....	30
Contoh uji coba data bukan <i>fuzzy</i> untuk menentukan jenis penyakit yang disebabkan oleh agen patogen .....	30



24	Uji coba sistem untuk data <i>fuzzy</i> berupa parameter lingkungan air .....	30
25	Form verifikasi pakar .....	34

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

yang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Ikan merupakan salah satu komoditas yang banyak digemari masyarakat karena mengandung protein hewani yang tinggi dan bermanfaat bagi tubuh. Menurut Lentera (2002) Salah satu jenis ikan yang digemari oleh masyarakat adalah ikan mas (*Cyprinus carpio*). Jenis ikan air tawar ini mempunyai rasa daging yang gurih, berkadar protein tinggi, dan relatif mudah untuk dibudidayakan. Masyarakat Jawa Barat pada umumnya gemar mengonsumsi ikan ini dalam acara tertentu seperti hajatan. Kebiasaan masyarakat ini mendorong permintaan akan ikan mas tinggi. Permintaan yang tinggi mengakibatkan ikan ini mempunyai nilai ekonomis yang tinggi, dengan faktor-faktor inilah ikan mas begitu diminati oleh masyarakat untuk dibudidayakan. Teknologi perikanan air tawar sudah banyak dikembangkan untuk memenuhi permintaan pasar. Oleh karena itu banyak masyarakat yang telah mengembangkan teknologi tersebut baik dalam skala rumah tangga maupun industri.

Usaha perikanan telah berkembang pesat sehingga memerlukan manajemen yang baik untuk menghasilkan ikan dengan kualitas tinggi. Usaha budidaya perikanan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang antara lain adalah penyakit. Penyakit-penyakit dalam akuakultur dijumpai secara luas di alam. Agen penyebab penyakit dapat dikelompokkan sebagai parasit, bakteri, fungi, dan virus.

Dalam proses budidaya ikan, diagnosis penyakit harus dilakukan secara cepat dan akurat untuk mencegah perkembangan penyakit lebih lanjut. Keterlambatan diagnosis terhadap suatu penyakit dapat mengakibatkan kegagalan dalam proses produksinya. Dalam pendiagnosisan penyakit, diperlukan kecermatan dan ketelitian dari pakar/ahli (pakar dalam bidang penyakit ikan) terhadap gejala yang mengindikasikan suatu penyakit karena adanya kemiripan pada gejala-gejala tersebut. Kesalahan diagnosis dari gejala yang ada akan menyebabkan perbedaan hasil diagnosis dengan penyakit yang diderita ikan sebenarnya. Untuk memastikan jenis penyakit, dilakukan pengamatan gejala klinis yang kemudian dilanjutkan dengan uji laboratorium. Pemeriksaan laboratorium bertujuan untuk melihat perubahan makroskopis dan mikroskopis dari organ-organ yang diidentifikasi terinfeksi penyakit tertentu.

Untuk menyeragamkan dan membuat standard diagnosis berdasarkan gejala fisik baik melalui pengamatan maupun uji laboratorium maka dibuat sistem pakar. Sistem pakar merupakan suatu sistem yang bekerja layaknya seorang pakar. Pengembangan sistem pakar ini melibatkan pakar dari Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.

Dalam penelitian ini sistem pakar yang dikembangkan akan digunakan untuk mendiagnosis penyakit pada ikan mas pada tahap pembesaran dengan melihat gejala klinis yang terjadi pada ikan. Untuk mendiagnosisnya digunakan suatu komputer yang diharapkan dapat mempermudah proses diagnosis.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data keadaan lingkungan air dan data gejala fisik penyakit, dengan data tersebut sistem ini merupakan suatu perangkat lunak yang cocok untuk menyelesaikan masalah diagnosis penyakit pada ikan mas (*Cyprinus carpio*).

### Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Merumuskan fakta dan basis pengetahuan untuk mendiagnosis penyakit ikan mas (*Cyprinus carpio*).
2. Mengembangkan dan mengimplementasikan Logika Fuzzy dalam Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ikan Mas (*Cyprinus carpio*).

### Ruang Lingkup Penelitian

Diagnosis penyakit yang diterapkan pada sistem ini meliputi penyakit yang secara umum menyerang ikan mas pada proses pembesarannya. Penyakit tersebut antara lain *aeromonas*, *columnaris*, *tuberculosis*, *herpesvirus*, kutu, *saprolegniasis*, *myxosporeasis*, bintik putih, *lerneasis*, dan *pseudomonas*. Selama proses diagnosis, gejala-gejala klinis yang ditemukan dijadikan sebagai masukan dari sistem ini. Sistem menganalisis data tersebut untuk menghasilkan informasi penyakit yang diderita dan penyebabnya, sistem dapat mengukur kualitas air budidaya ikan mas.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Sistem Pakar

#### Pengertian Sistem Pakar

Menurut Arhami (2004), sistem pakar adalah suatu sistem yang menyamai (*emulates*)

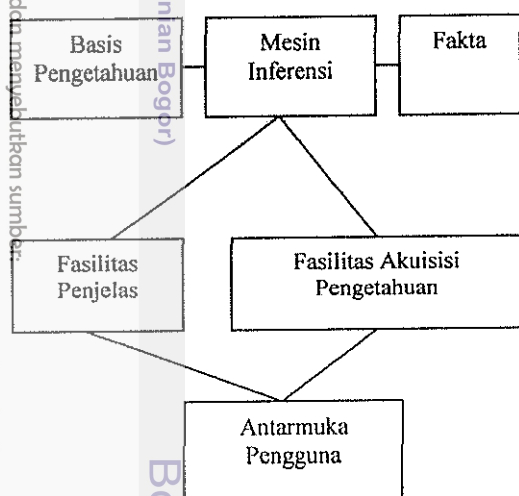


kemampuan pengambilan keputusan dari seorang pakar. Menurut Marimin (2002), sistem pakar adalah sistem komputer berbasis pengetahuan yang terpadu di dalam suatu sistem informasi dasar yang ada, sehingga memiliki kemampuan untuk memecahkan berbagai masalah layaknya seorang pakar. Menurut Kusri (2006) sistem pakar mencoba solusi yang memuaskan sebagaimana yang dilakukan seorang pakar.

Kaidah-kaidah penarikan keputusan (*inference rules*) dikombinasikan oleh sistem pakar dengan menggunakan basis pengetahuan tertentu (*knowledge base*) yang didapat oleh beberapa pakar dalam bidang tertentu. Hasil dari kombinasi keduanya akan disimpan di dalam komputer, yang kemudian diproses untuk pengambilan keputusan dan penyelesaian suatu masalah tertentu.

### Struktur Sistem Pakar

Arsitektur dasar sistem pakar menurut Giarattano (1998), digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1 Struktur Sistem Pakar (Giarattano 1998).

### Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*)

Menurut Arhami (2004), basis pengetahuan mengandung pengetahuan untuk pemahaman, formulasi, dan penyelesaian masalah. Komponen sistem pakar ini disusun atas fakta dan aturan. Fakta adalah sesuatu informasi tentang objek, dan aturan adalah informasi tentang cara bagaimana mendapatkan fakta baru dari fakta yang telah diketahui sebelumnya.

### Mesin Inferensi (*Inference Engine*)

Mesin inferensi berperan melakukan proses untuk menghasilkan informasi dari fakta yang diketahui atau diasumsikan. Menurut Giarattano (1998), mesin inferensi menyeleksi aturan yang ada dan mengeksekusi aturan tersebut dengan prioritas yang tinggi. Inferensi memiliki dua metode yang penting di dalam sistem pakar, yaitu runut maju (*forward chaining*) dan runut balik (*backward chaining*).

### Fakta

Fakta adalah sekumpulan data yang akan digunakan oleh aturan. Basis pengetahuan yang dibuat berawal dari fakta ini. Jika terdapat fakta baru pada suatu kasus, maka fakta itu dijadikan sebagai basis pengetahuan baru dan aturan baru pada mesin inferensi yang dibuat.

### Fasilitas Penjelas

Bagian ini berfungsi untuk memberikan penjelasan kepada pengguna tentang sistem tersebut. Dengan adanya fasilitas ini pengguna dapat mengetahui bagaimana sistem dapat mengambil suatu kesimpulan ataupun keputusan.

### Fasilitas Akuisisi Pengetahuan (*Knowledge Acquisition*)

Akuisisi pengetahuan adalah akumulasi, transfer dan transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari sumber pengetahuan ke dalam program komputer (Arhami, 2004). Dalam tahapan ini seorang *knowledge engineer* berusaha menyerap pengetahuan yang selanjutnya akan ditransfer ke dalam basis pengetahuan.

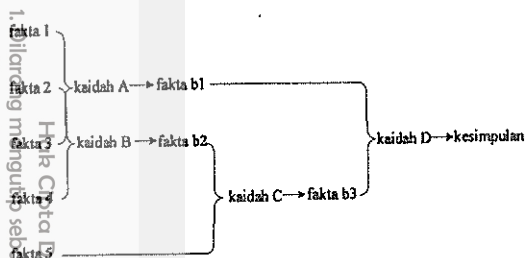
### Antarmuka Pengguna (*User Interface*)

Antarmuka pengguna merupakan bagian yang tidak dapat terlepas dari suatu sistem. Bagian ini berperan sebagai media komunikasi atau perantara yang menghubungkan pengguna dengan sistem. Antarmuka yang baik akan memudahkan pengguna dalam menjalankan sistem.

### Runut Maju (*Forward Chaining*)

Runut maju menggunakan aturan kondisi - aksi. Metode ini menggunakan data untuk menentukan aturan mana yang akan dijalankan, kemudian aturan tersebut dijalankan. Mungkin proses menambahkan data ke memori kerja. Proses ditemukan sampai ditemukan suatu hasil (Wilson 1998, diacu dalam Kusri (2006). Diagram runut maju dapat dilihat pada Gambar 2.



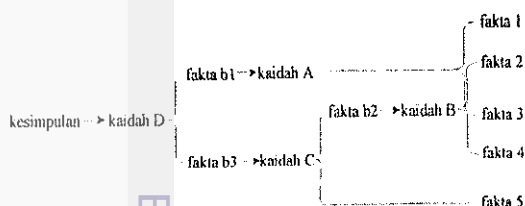


Gambar 2 Runut Maju.

Dengan melihat Gambar 2 dapat diketahui bahwa dari hasil pengamatan didapatkan fakta 1, fakta 2, fakta 3, fakta 4, dan fakta 5. Kemudian dari fakta 1 dan fakta 3 dengan menggunakan kaidah A didapatkan fakta baru yakni fakta b1. Fakta 2 dan fakta 4 dengan menggunakan kaidah B didapatkan fakta b2. Fakta b2 dan fakta 5 dengan menggunakan kaidah C akan didapatkan fakta b3. Dari fakta b1 dan b3 dengan menggunakan kaidah D didapatkan kesimpulan.

### Runut Balik (Backward Chaining)

Runut balik adalah pendekatan yang diawali dari tujuan (*goal-driven*). Dalam pendekatan ini pelacakan dimulai dari tujuan kemudian dicari aturan yang memiliki tujuan tersebut untuk kesimpulannya. Untuk selanjutnya proses menggunakan premis untuk aturan tersebut sebagai tujuan baru dan mencari aturan lain dengan tujuan baru sebagai kesimpulannya. Proses akan berlanjut hingga keseluruhan kemungkinan ditemukan. Gambar 3 menunjukkan proses *backward chaining*.



Gambar 3 Runut Balik.

Dengan melihat Gambar 3 dapat diketahui bahwa dari hasil pengamatan didapatkan fakta 1, fakta 2, fakta 3, fakta 4, dan fakta 5. Kesimpulan diperoleh dari kaidah D, sedangkan fakta b1 dan fakta b3 diperlukan kaidah D. Diteruskan dengan mencari fakta b1 dan fakta b3 untuk membuktikan kaidah D pada kumpulan data hasil pengamatan. Oleh karena fakta b1 dan fakta b3 tidak terdapat pada data hasil pengamatan maka fakta b1 dan fakta b3 dijadikan sub *goal* baru yang perlu dibuktikan. Hasil dari kaidah A adalah fakta b1 yang membutuhkan fakta 1 dan fakta 3. Pencarian

pada hasil pengamatan ternyata terdapat fakta 1 dan fakta 3, dengan demikian fakta b1 yang dihasilkan dari kaidah A adalah *valid*. Jika pembuktian ini dilakukan untuk semua fakta dan kaidah yang ada dan semuanya terbukti maka kesimpulan akan bernilai benar akan tetapi jika terdapat salah satu kaidah saja yang tidak terbukti maka kesimpulan menjadi bernilai salah.

### Modul Penyusunan Sistem Pakar

Penyusunan sistem pakar terdiri dari tiga modul utama, yaitu:

#### 1. Modul penerimaan pengetahuan (*knowledge acquisition module*)

Dalam tahapan ini sistem akan menerima pengetahuan dari pakar. Tahapan ini membutuhkan bantuan seorang *knowledge engineer* sebagai penghubung antara pakar dan sistem.

#### 2. Modul konsultasi (*consultation module*)

Dalam modul ini pengguna akan berinteraksi dengan sistem yang ada dengan menjawab setiap pertanyaan yang diberikan oleh sistem. Dengan adanya jawaban dari pengguna sistem akan memberikan jawaban atas pertanyaan yang telah diberikan oleh pengguna.

#### 3. Modul penjelasan (*explanation module*)

Modul ini merupakan penjelasan sistem kepada pengguna tentang keputusan atau kesimpulan yang diambil oleh sistem.

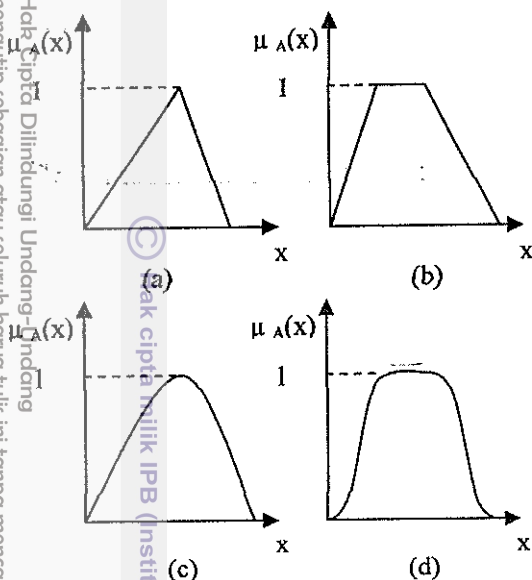
### Sistem Fuzzy

Sistem *fuzzy* adalah suatu teknik untuk mengambil keputusan yang dilakukan dengan pendekatan logika *fuzzy*. Sistem ini mampu mengakomodasi hal-hal ketidakpastian yang disajikan dalam bahasa sehari-hari ataupun secara matematis. Sistem ini berupa penduga numerik yang dinamik dan terstruktur. Kemampuan sistem ini mampu untuk mengembangkan sistem pakar yang mencakup hal yang tidak pasti.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004) fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Beberapa fungsi keanggotaan yang digunakan adalah model *Triangular*, model *Trapezoidal*, model *Gaussian*, model



**Generalized Bell.** Perubahan derajat keanggotaan ( $\mu_A(x)$ ) merupakan pembeda dari keempat model tersebut, hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Model fungsi keanggotaan fuzzy

### Logika Fuzzy

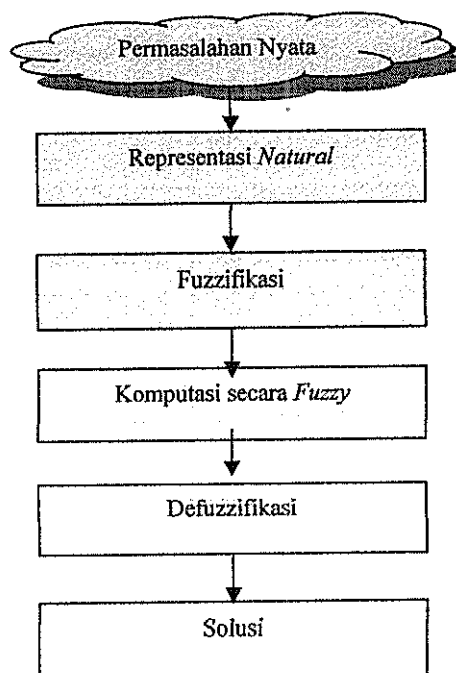
Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004) logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Alasan digunakannya logika antara lain :

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika fuzzy sangat fleksibel.
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat.
4. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

Logika fuzzy adalah logika boolean yang digunakan dalam konsep derajat kebenaran yang memiliki rentang nilai benar dan salah dengan rentang nilai  $[0, 1]$  untuk kemungkinan pilihan dari nilai variabel. Keuntungannya

adalah dapat membangkitkan derajat perubahan keanggotaan dengan halus.

Menurut Marimin (2002), alur penyelesaian dengan menggunakan metode fuzzy dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Alur penyelesaian menggunakan Metode Fuzzy (Marimin 2002).

### Permasalahan Nyata

Merupakan hasil dari pengamatan dari lapangan yang kemudian akan dicari suatu solusi penyelesaian masalahnya.

#### Representasi Natural

Tahapan ini fakta yang didapat dari pengamatan terlebih dahulu diubah menjadi data yang bernilai linguistik.

#### Fuzzifikasi

Dalam fuzzifikasi, variabel input (*crisp*) ditransfer ke dalam himpunan fuzzy untuk dapat digunakan dalam perhitungan nilai kebenaran dari premis pada setiap aturan dalam basis pengetahuan (Arhami 2004).

#### Komputasi secara Fuzzy

Pengoperasian fuzzifikasi dengan aturan-aturan yang berada dalam basis pengetahuan (*knowledge base*) secara fuzzy akan diperoleh nilai-nilai numerik.

## Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan proses pengubahan *output fuzzy* ke *output* yang bernilai tunggal (*crisp*) (Marimin 2002). Terdapat banyak metode defuzzifikasi, yang biasa digunakan adalah *Centroid* dan *Maximum*. Dalam metode *Centroid*, nilai tunggal dari variabel output dihitung dengan menemukan nilai variabel dari *center of gravity* suatu fungsi keanggotaan untuk nilai fuzzy. Di dalam metode *maximum*, satu dari nilai-nilai variabel yang merupakan nilai maksimum gugus fuzzy dipilih sebagai nilai tunggal untuk variabel output.

## Solusi

Setelah proses defuzzifikasi didapatkan satu nilai tunggal yang merupakan solusi. Solusi diwujudkan dalam suatu nilai bilangan atau penjelasan dari nilai hasil defuzzifikasi.

## Penyakit Ikan Mas

Sakit pada ikan yaitu suatu keadaan abnormal yang ditandai dengan penurunan kemampuan ikan secara gradual dalam mempertahankan fungsi-fungsi fisiologi normal. Pada keadaan tersebut ikan dalam kondisi tidak seimbang fisiologisnya serta tidak mampu beradaptasi atau menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan (Irianto 2005).

Menurut Irianto (2005), timbulnya sakit dapat akibat infeksi patogen yang dapat berupa bakteri, virus, fungi, atau parasit. Sakit dapat pula akibat defisiensi atau malnutrisi, atau sebab-sebab lain. Ikan yang sakit akibat infeksi dikatakan sebagai ikan terkena penyakit infeksi, demikian pula jika ikan sakit akibat defisiensi nutrisi dapat dikatakan sebagai ikan terkena penyakit defisiensi nutrisi.

Berikut adalah jenis-jenis penyakit yang umum menyerang ikan mas menurut Lentera (2002):

### Parasit

Penyakit yang menyerang ikan mas yang disebabkan oleh parasit antara lain:

#### 1. Penyakit kutu

Penyakit ini disebabkan oleh parasit jenis *Argulus sp.*, penyakit ini menempel pada bagian insang, kulit, dan sirip ikan. Kutu ini akan mengisap ikan hingga menjadi kurus.

#### 2. Penyakit *Myxosporeasis*

Penyakit ini disebabkan oleh parasit *Myxobolus sp.* Penyakit ini menyerang semua

jenis ikan air tawar, baik ikan konsumsi maupun ikan hias.

#### 3. Penyakit bintik putih

Penyakit ini disebabkan oleh protozoa *Ichthyopteryius multifiliis*. Ikan yang terserang penyakit ini biasanya menjadi malas berenang dan sering mengapung di permukaan air. Terlihat adanya bintik putih, terutama di bagian sirip dan tutup insang, permukaan tubuh dari ekor. Tubuh ikan akan mengalami gejala "glasing", yaitu tubuh ikan bergerak secara berkelebat dan memantulkan cahaya biasanya pada saat menjelang tengah hari atau malam hari.

#### 4. Penyakit *Lerneasis*

Penyakit ini disebabkan oleh parasit *Lernea sp.*. Jenis *Lernea* yang banyak ditemukan menyerang ikan air tawar adalah *Lernea cyprinacea*, yaitu sejenis udang renik yang berbentuk bulat panjang seperti cacing. Pada bagian kepalanya terdapat organ yang menyerupai jangkar, sehingga organisme ini dikenal dengan sebutan cacing jangkar (*anchor worm*). Dengan perantara organ ini cacing jangkar menempelkan dirinya ke tubuh ikan.

## Bakteri

Penyakit yang menyerang ikan mas yang disebabkan oleh bakteri antara lain:

#### 1. *Aeromonas*

Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Aeromonas hydrophila* dan *Aeromonas punctata*. Bakteri ini termasuk dalam famili *Vibrionaceae* yang terdiri atas tiga spesies utama, yaitu *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas punctata*, dan *Aeromonas liquefaciens*. Bakteri ini umumnya hidup di air tawar yang mengandung bahan organik tinggi. Bakteri ini menyerang hampir semua jenis ikan air tawar dan ikan kakap putih yang dipelihara di tambak bersalinitas rendah. Serangan bakteri ini baru terlihat apabila ketahanan tubuh ikan menurun akibat stres yang disebabkan oleh penurunan kualitas air, kekurangan pakan atau penanganan ikan yang kurang baik.

#### 2. Penyakit *Columnaris*

Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Flexibacter columnaris*. Penyakit ini juga biasa disebut *cotton wool disease*, yaitu infeksi yang ditandai dengan terbentuknya luka terutama di kepala, ekor, dan insang. Penyakit ini sering berkaitan dengan stres lingkungan terutama jika temperatur lingkungan meningkat terlalu tinggi. Berbeda dengan kebanyakan kondisi penyakit





ikan, penyakit ini umumnya terjadi pada temperatur 18-20 °C.

### 3. Penyakit *Tuberculosis*

Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini famili dari Mycobacteriaceae, yang menyerang ikan konsumsi maupun ikan hias. Ikan yang diserang penyakit ini akan memperlihatkan gejala-gejala: tubuh ikan menjadi berwarna agak gelap; perut ikan kelihatan membengkak, jika perut ikan dibedah maka akan terlihat bintil-bintil pada organ dalamnya.

### 4. *Pseudomonas*

Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas sp.* Bakteri ini berasal dari famili Pseudomonadaceae. Bakteri ini berbentuk batang pendek, motil dengan flagella polar dan bersifat Gram-negatif. Bakteri ini menyerang ikan air tawar dan merupakan patogen oportunistik. Gejala yang ditimbulkan antara lain terjadinya hemoragik septicemia, hemoragik pada insang dan ekor, dan borok pada kulit.

### Fungi

Penyakit yang diakibatkan oleh fungi yang umum menyerang ikan mas adalah *Saprolegniasis*. Penyakit ini disebabkan oleh jamur *Saprolegnia sp.* Jamur ini dapat menyerang sebagian besar ikan air tawar tetapi umumnya ikan mas, tawes, gabus, gurami, nila, dan lele. Jamur ini sering disebut *fish mold* karena menyerang ikan dan telur ikan. *Saprolegnia* menyerang ikan yang terlebih dahulu telah diserang bakteri dan parasit (*Argulus*, *Lernea*, *Trichodina*, dan sebagainya), dan juga karena penanganan yang kurang baik. Karena itu sifat penyerangannya merupakan infeksi sekunder.

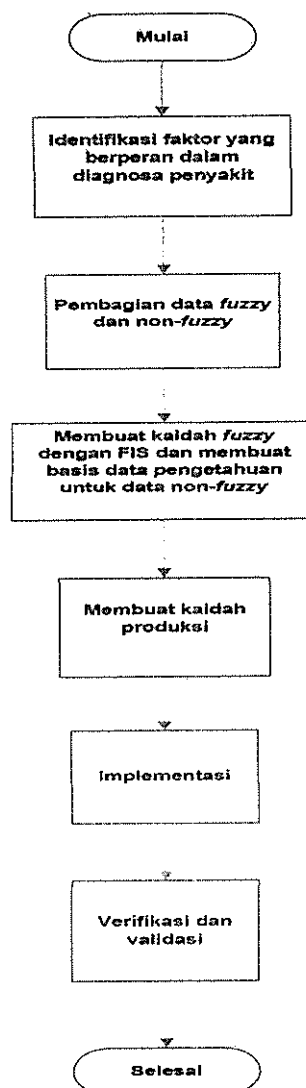
### Virus

Penyakit yang menyerang ikan mas yang disebabkan oleh virus adalah *herpesvirus*, yang disebabkan oleh organisme virus herpes. Penyakit ini pertama kali ditemukan menyerang ikan lele di Amerika pada musim panas. Sampai saat ini penyakit ini belum ditemukan obat yang cocok. Tetapi upaya pencegahan dengan jalan meningkatkan pengelolaan usaha budidaya, disinfeksi peralatan, pengeringan dan pengapuran dasar kolam, pemberian pakan yang cukup dan berkualitas, ikan yang baru masuk harus dikarantina, merupakan cara yang lebih tepat.

## METODE PENELITIAN

### Kerangka Pemikiran

Mengidentifikasi penyakit yang menyerang pada ikan mas secara cepat dan tepat adalah penting, karena keterlambatan dalam mengidentifikasinya akan berakibat pada produktifitas budidaya ikan mas itu sendiri. Penanganan yang tepat untuk jenis penyakit akan membantu mencegah terjadinya kematian dalam jumlah besar.



Gambar 6 Diagram konsep penelitian.

Pengidentifikasian penyakit ikan mas dilakukan dengan melihat gejala klinis yang ditimbulkan ikan mas tersebut. Proses yang dilakukan pertama kali adalah mengidentifikasi identitas ikan, dan melihat keadaan lingkungan di mana ikan tersebut hidup. Pemeriksaan klinis ikan dilakukan secara *general* (umum). Ikan sakit disebabkan karena lingkungan yang kurang mendukung, kepadatan, pemberian

akan yang kurang sesuai, dan karena adanya agen patologi. Penyakit yang disebabkan agen patologi terdiri dari virus, bakteri, jamur, dan parasit yang lain. Sistem memiliki fungsi untuk melihat keadaan lingkungan. Apabila keadaan lingkungan bagus tapi ikan tetap sakit, maka sistem menyediakan fungsi untuk memeriksa penyakit yang disebabkan agen patogen. Diagram konsep penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.

### Tahap Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu:

1. Analisis Kebutuhan
2. Proses Akuisisi Pengetahuan
3. Penambahan Basis Pengetahuan
4. Pembuatan Program
5. Desain Antarmuka Pengguna
6. Verifikasi dan Validasi Sistem

### Analisis Kebutuhan

Pendiagnosisan penyakit pada ikan mas melibatkan pihak lain yang berkompeten dalam bidang patologi ikan mas, dalam hal ini pakar diambil dari dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Penulis berperan sebagai *Knowledge Engineer*. Data ikan mas yang diperlukan diperoleh dari pakar, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 1 sampai Lampiran 18.

Tahap ini mendefinisikan masalah penyakit ikan mas yang dapat dilihat dari gejala klinis yaitu dari perubahan yang terjadi pada fisik. Pemeriksaan kondisi dan kepadatan budidaya serta keadaan lingkungan dilakukan untuk menambahkan pengetahuan pada pengguna apakah tempat hidup ikan mas sebelum terkena sakit bagus dan apakah nafsu makan ikan mas bagus. Faktor di luar gejala klinis itu sangat berperan untuk pengambilan dalam pencegahan ataupun pengobatan ikan mas yang sakit.

### Proses Akuisisi Pengetahuan

Proses penyerapan pengetahuan dari pakar (*domain expert*) dilakukan melalui wawancara secara langsung ataupun dengan perantara quisioner. Kajian pustaka dilakukan untuk menambah pengetahuan.

### Penambahan Basis Pengetahuan

Informasi yang didapatkan dari pakar akan disimpan dalam suatu basis data pengetahuan berbasis kaidah produksi (*rule*).

### Pembuatan Program

Program yang dikembangkan meliputi pembuatan inferensia berbasis pengetahuan yang dikodekan ke dalam sistem. FIS (*Fuzzy Inference System*) digunakan sebagai mesin inferensia untuk data *fuzzy*, sedangkan untuk data non-*fuzzy* menggunakan kaidah produksi *if-then rule*. Penyelesaian sistem pakar dengan *fuzzy expert system* terlihat jelas pada Gambar 5.

### Desain Antarmuka Pengguna

Desain antarmuka pada sistem ini memungkinkan pengguna dalam mengoperasikan dengan cara mengklik ataupun mengisikan *form* yang terdapat dalam sistem. Antarmuka pengguna yang dirancang secara interaktif memungkinkan pengguna untuk lebih mudah dan memahami kerja sistem.

### Verifikasi dan Validasi

Sistem yang telah dibuat akan diujikan kepada pakarnya dalam hal ini dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Proses ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem ini sudah dapat mewakili pakar (*human expert*).

### Desain Sistem

Desain sistem ini akan memberikan deskripsi tentang sistem yang dibangun. Desain yang dibangun terdiri atas desain untuk pengguna biasa dan desain untuk administrator. Desain pengguna terdiri dari tiga bagian, yaitu:

#### a. Desain Masukan

Pengguna akan memasukkan data. Pada sistem ini data masukan dapat dilihat pada Tabel 1. Data *fuzzy* dan non-*fuzzy* didapatkan melalui wawancara dan konsultasi dengan pakar.

Tabel 1 Parameter masukan Sistem Pakar Penyakit Ikan Mas

No.	Parameter	Satuan	Ket.
1.	Umur	bulan	non- <i>fuzzy</i>
2.	Bobot	gr	non- <i>fuzzy</i>
3.	<i>Feeding Rate</i>	gr	non- <i>fuzzy</i>
4.	Tingkat Kepadatan	ekor/m <sup>3</sup>	non- <i>fuzzy</i>



No.	Parameter	Satuan	Ket.
5.	Tingkat Kematian	%	non-fuzzy
6.	Suhu	°C	fuzzy
7.	pH	-	fuzzy
8.	Oksigen terlarut (O <sub>2</sub> )	mg/l	fuzzy
9.	Kecerahan air	cm	fuzzy
10.	Kadar Amoniak (NH <sub>3</sub> )	ppm	fuzzy
11.	Gejala fisik pada ikan	-	non-fuzzy

#### a. Desain Proses

Desain ini menggambarkan urutan proses masuknya data sampai dengan sistem memberikan hasil keluaran. Dalam sistem ini, proses yang ada terdiri atas beberapa proses, yaitu diagnosis *fuzzy* dan diagnosis non-*fuzzy*. Diagnosis *fuzzy* dilakukan untuk mengetahui penyakit yang menjangkit ikan mas, keluarannya adalah hasil diagnosis penyakit dan solusinya. Diagnosis non-*fuzzy* dilakukan untuk mengetahui kondisi dan kepadatan budidaya ikan mas serta untuk mengetahui kualitas air. Hasil keluaran dari diagnosis non-*fuzzy* adalah sebagai pendukung sistem.

#### c. Desain Keluaran

Desain keluaran memudahkan pengguna mengetahui keluaran sistem. Pada sistem ini keluaran berupa hasil diagnosis penyakit serta kondisi dan kepadatan ikan budidaya ikan mas.

Desain administrator digunakan untuk memperbaharui data tentang penyakit dan gejalanya. Keluaran dari bagian ini berupa *report* data yang telah dimasukkan atau diperbaharui.

#### Implementasi Sistem

Perangkat keras dan perangkat lunak pada pembangunan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ikan Mas ini ditentukan melalui tahap ini. Adapun perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam membangun sistem ini adalah sebagai berikut:

➤ Perangkat keras berupa komputer dengan spesifikasi:

- Prosesor AMD Turion™ 64 x2 2.0 GHz
- Memori DDR2 1,5GB
- Harddisk 120 GB

➤ Perangkat lunak:

- Sistem Operasi Windows XP SP2
- Adobe Photoshop CS2
- Macromedia Dreamweaver MX 2004
- Xampp
- MATLAB versi 7.0.1
- DBMS : MySQL

#### Integrasi Sistem

Sistem pakar yang dibangun akan diintegrasikan melalui simulasi program setelah melewati tahap sebelumnya.

#### Rancang Bangun Sistem

Sistem pakar ini dikembangkan dengan perangkat lunak Dreamweaver MX 2004. Diagram alur sistem ini terdiri atas diagram alur untuk pengguna biasa dan diagram alur untuk administrator. Diagram alur untuk pengguna terdapat pada Lampiran 19, sedangkan diagram alur untuk administrator terdapat pada Lampiran 20. Sistem untuk pengguna ini memungkinkan pengguna dalam mengetahui kondisi dan tingkat kepadatan budidaya ikan mas, mengetahui kualitas air, dan untuk mendiagnosa penyakit ikan mas. Pada proses mengetahui kondisi dan kepadatan budidaya ikan mas, dan pada proses untuk mendiagnosis penyakit digunakan metode *forward chaining*. Proses diagnosis penyakit menggunakan logika *fuzzy*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Model Sistem

Model yang dibangun dirancang sesuai dengan sistem berfikir pakar untuk mendiagnosis penyakit pada ikan mas. Cara ini dipakai agar sistem memiliki akurasi yang baik dalam mendiagnosis penyakit ikan mas.

Sistem yang dibangun dikembangkan dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB versi 7.0.1 untuk analisis *fuzzy*, Macromedia Dreamweaver MX 2004, Apachefriends (XAMPP). Dreamweaver digunakan untuk membuat program dengan



2. Dilarang mengumbar dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Bahasa pemrograman PHP dan ASP, untuk server menggunakan XAMPP. Database Management System (DBMS) menggunakan MySQL.

Proses untuk mengetahui perilaku (nafsu makan dan pertumbuhan), kepadatan ikan, dan tingkat kematian ikan menggunakan kaidah *if-then*. Sistem akan meminta masukan berupa umur, bobot, *feeding rate*, tingkat kematian, tingkat kepadatan. Keluaran dari proses ini adalah umur, bobot, nafsu makan, pertumbuhan, tingkat kematian, dan tingkat kepadatan. Apabila dengan melihat parameter di atas dengan hasil baik atau normal ikan masih tetap sakit maka pakar akan melihat keadaan lingkungan tempat ikan hidup. Sistem ini menyediakan fungsi untuk melihat keadaan lingkungan. Proses ini menggunakan logika fuzzy sebagai cara untuk mengambil keputusan. Parameter yang digunakan pada logika fuzzy adalah parameter yang berhubungan dengan keadaan lingkungan, yaitu suhu, pH, oksigen, kecerahan, dan amoniak. Proses ini memiliki keluaran berupa kualitas air bagus atau kurang bagus. Ketika kualitas bagus ikan akan tumbuh sehat tetapi jika kualitas kurang bagus ikan akan tumbuh tidak sehat atau sakit.

Metode yang digunakan dalam logika fuzzy sistem ini adalah metode Mamdani. Metode ini dipilih karena proses inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Penarikan kesimpulan dari metode ini menggunakan metode *Centroid*. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004) secara umum metode *Centroid* dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$z = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz} \quad \text{atau} \quad z = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)}$$

$z$  = variabel *output*,

$j$  = aturan (*rule*),

$n$  = banyaknya aturan (*rule*),

$\mu(z)$  = fungsi keanggotaan  $z$ .

Aturan fuzzy dapat dilihat pada Lampiran 21. Gambaran tentang penggunaan metode fuzzy dapat dilihat pada Lampiran 22.

Apabila keadaan lingkungan masih bagus tetapi ikan mas yang dipelihara tetap sakit maka pakar akan melihat apakah ada agen patogen di dalam tubuh ikan. Sistem ini menyediakan juga fungsi untuk melihat penyakit yang ditimbulkan

oleh agen patogen. Sistem akan menanyakan gejala-gejala penyakit kemudian memberikan keluaran berupa jenis penyakit dan solusinya. Untuk lebih jelasnya tentang model dapat dilihat pada Lampiran 19.

## Proses Inferensi

### Fuzzifikasi

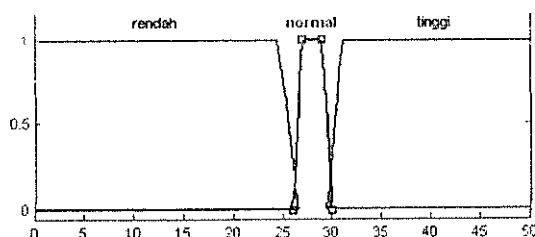
#### a. Suhu

Suhu dikelompokkan ke dalam data fuzzy karena untuk menentukan fuzzy acuannya akan berbeda tergantung dari pengamat. Suhu memiliki beberapa fungsi keanggotaan, di antaranya rendah, normal, dan tinggi. Suhu rendah memiliki nilai 0 sampai 26,5 °C, suhu normal memiliki nilai 26 sampai 30 °C, dan suhu tinggi memiliki nilai 29,5 sampai 50 °C (Lentera 2002). Representasi kurva suhu dapat dilihat pada Gambar 7. Fungsi keanggotaan suhu dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{rendah}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 26,5 \\ 1; & 0 \leq x \leq 24,5 \\ (26,5 - x)/(26,5 - 24,5); & 24,5 \leq x \leq 26,5 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{normal}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 26 \text{ atau } x \geq 30 \\ (x - 26)/(27 - 26); & 26 \leq x \leq 27 \\ 1; & 27 \leq x \leq 29 \\ (30 - x)/(30 - 29); & 29 \leq x \leq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{tinggi}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 29,5 \\ (x - 29,5)/(31 - 29,5); & 29,5 \leq x \leq 31 \\ 1; & 31 \leq x \leq 50 \end{cases}$$



Gambar 7 Representasi kurva untuk suhu.

#### b. pH

Masukan untuk parameter lingkungan yang lain adalah pH. pH mempunyai fungsi keanggotaan rendah, normal, dan tinggi. pH rendah memiliki nilai 0 sampai 6,5, pH normal memiliki nilai 6 sampai 8, pH tinggi memiliki nilai 7,5 sampai 14 (Boyd 2000). Representasi

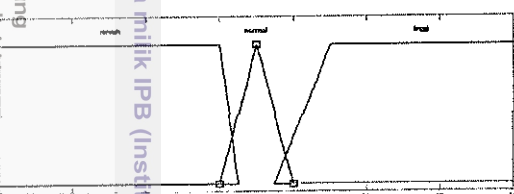


kurva pH dapat dilihat pada Gambar 8. Fungsi keanggotaan pH dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{rendah}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 6,5 \\ 1; & 0 \leq x \leq 6 \\ (6,5 - x)/(6,5 - 6); & 6 \leq x \leq 6,5 \end{cases}$$

$$\mu_{normal}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 6 \text{ atau } x \geq 8 \\ (x - 6)/(7 - 6); & 6 \leq x \leq 7 \\ (8 - x)/(8 - 7); & 7 \leq x \leq 8 \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 7,5 \\ (x - 7,5)/(9 - 7,5); & 7,5 \leq x \leq 9 \\ 1; & 9 \leq x \leq 14 \end{cases}$$



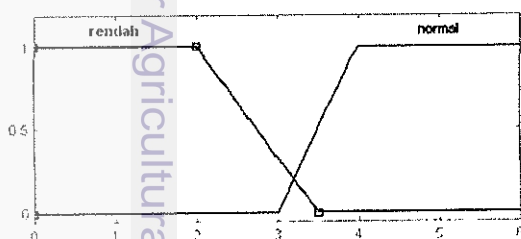
Gambar 8 Representasi kurva untuk pH.

#### Oksigen

Oksigen sebagai salah satu parameter lingkungan yang juga penting peranannya. Oksigen mempunyai fungsi keanggotaan rendah dan normal. Oksigen rendah memiliki nilai 0 sampai 3,5, oksigen normal memiliki nilai 3 sampai 6 (Boyd 2000). Representasi kurva oksigen dapat dilihat pada Gambar 9. Fungsi keanggotaan oksigen dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{rendah}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 3,5 \\ 1; & 0 \leq x \leq 2 \\ (3,5 - x)/(3,5 - 2); & 2 \leq x \leq 3,5 \end{cases}$$

$$\mu_{normal}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 3 \\ (x - 3)/(4 - 3); & 3 \leq x \leq 4 \\ 1; & 4 \leq x \leq 6 \end{cases}$$



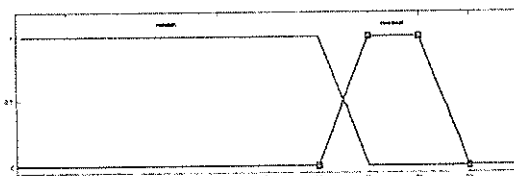
Gambar 9 Representasi kurva untuk oksigen.

#### d. Kecerahan

Kecerahan memiliki fungsi keanggotaan rendah, dan normal. Kecerahan rendah memiliki nilai 0 sampai 70 dan untuk kecerahan normal memiliki nilai 60 sampai 90 (Ghufran & Kordi 2004). Representasi kurva kecerahan dapat dilihat pada Gambar 10. Fungsi keanggotaan kecerahan dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{rendah}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 70 \\ 1; & 0 \leq x \leq 60 \\ (70 - x)/(70 - 60); & 60 \leq x \leq 70 \end{cases}$$

$$\mu_{normal}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \text{ atau } x \geq 90 \\ (x - 60)/(70 - 60); & 60 \leq x \leq 70 \\ 1; & 70 \leq x \leq 80 \\ (90 - x)/(90 - 80); & 80 \leq x \leq 90 \end{cases}$$



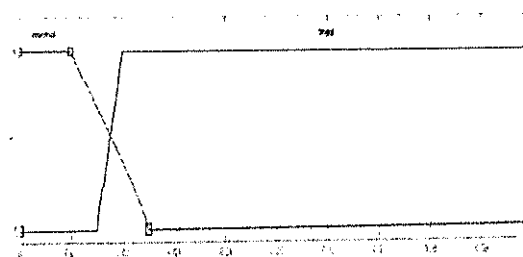
Gambar 10 Representasi kurva untuk kecerahan.

#### e. Amoniak

Amoniak memiliki fungsi keanggotaan normal dan tinggi. Amoniak normal memiliki nilai 0 sampai 0,025 dan untuk amoniak tinggi memiliki nilai 0,015 sampai 0,1 (Ghufran & Kordi 2004). Representasi kurva amoniak dapat dilihat pada Gambar 11. Fungsi keanggotaan amoniak dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{normal}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 0,025 \\ 1; & 0 \leq x \leq 0,01 \\ (0,025 - x)/(0,025 - 0,01); & 0,01 \leq x \leq 0,025 \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0,025 \\ (x - 0,015)/(0,02 - 0,015); & 0,015 \leq x \leq 0,02 \\ 1; & 0,02 \leq x \leq 0,1 \end{cases}$$



Gambar 11 Representasi kurva untuk amoniak.

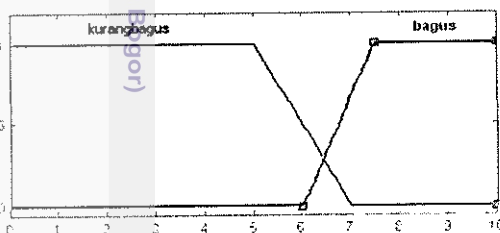
## Defuzzifikasi

Lima himpunan *fuzzy* di atas menghasilkan suatu keluaran yang dibentuk dari aturan (*rule*). Contoh untuk aturan *fuzzy* adalah *If suhu is normal and pH is tinggi and oksigen is normal and kecerahan is normal and amoniak is normal then kualitasair is kurangbagus*. Aturan *fuzzy* yang lain dapat dilihat pada Lampiran 21.

Nilai keluaran berupa data kuantitatif yang didefuzzifikasi. Keluaran dari proses *fuzzy* ini adalah hasil diagnosis keadaan lingkungan yang berupa kualitas air bagus dan kualitas air kurang bagus. Fungsi keanggotaan untuk hasil keluaran data *fuzzy* dirumuskan dalam fungsi trapesium sebagai berikut:

$$\mu_{kurangbagus}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 7 \\ 1; & 0 \leq x \leq 5 \\ (7-x)/(7-5); & 5 \leq x \leq 7 \end{cases}$$

$$\mu_{bagus}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 6 \\ (x-6)/(7,5-6); & 6 \leq x \leq 7,5 \\ 1; & 7,5 \leq x \leq 10 \end{cases}$$



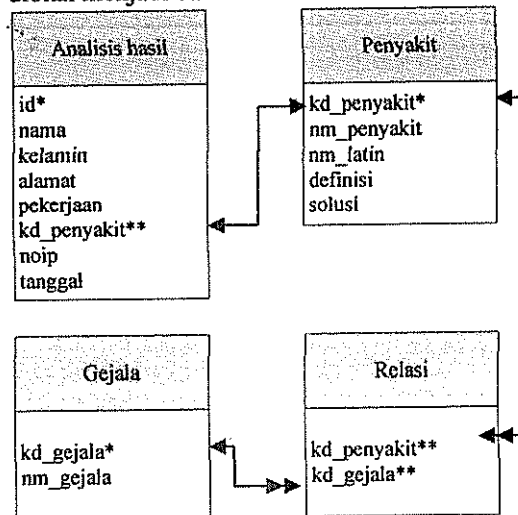
Gambar 12 Representasi kurva untuk kualitas air.

Proses defuzzifikasi dari masukan suhu, pH, oksigen, kecerahan, dan amoniak dapat digambarkan pada Gambar 13. Proses defuzzifikasi pada sistem ini akan menghasilkan suatu nilai tunggal (*crisp*) yang menghasilkan keluaran kualitas air bagus atau kualitas air kurang bagus. Keluaran ini bergantung pada nilai defuzzifikasinya. Setiap masukan dieksekusi oleh aturan (*rule*) *fuzzy* dengan implikasi *and* dengan demikian nilai fungsi yang diambil adalah nilai fungsi keanggotaan yang minimal dari masukan sehingga diperoleh keluaran. Keluaran tersebut akan diintegrasikan sehingga terbentuk suatu area *fuzzy*. Metode *Centroid* akan mengambil nilai tengah dari area *fuzzy*. Apabila masukan diketahui suhu = 25 °C, pH = 7, oksigen = 5 mg/l, kecerahan = 50 cm, dan amoniak = 0,05 ppm maka nilai hasil defuzzifikasi metode *Centroid* adalah 3 yang berarti kualitas air adalah kurang bagus. Hasil

ini bermanfaat untuk mengetahui apakah ikan sakit dipengaruhi juga oleh lingkungan yang tidak mendukung.

## Perancangan Basis Data

Basis data merupakan media yang digunakan untuk menyimpan data penunjang sebagai masukan sistem. Data ini kemudian diolah menjadi data keluaran sistem.



Gambar 13 Hubungan antar tabel.

Data yang dibangun pada sistem ini menggunakan MySQL. Basis data dalam sistem ini bermanfaat untuk menyimpan masukan dari pengguna untuk mengetahui penyakit dari agen patogen yang menyerang ikan mas. Hubungan antar tabel dapat dilihat pada Gambar 13.

## Verifikasi Sistem

Verifikasi sistem ini dilakukan dengan memasukkan beberapa masukan dari gejala penyakit dan parameter lingkungan air. Verifikasi yang dilakukan pertama adalah pengujian untuk masukan data bukan *fuzzy*. Data ini berupa gejala penyakit yang ditimbulkan oleh agen patogen. Pengujian dilakukan dengan menjawab gejala yang sesuai dengan penyakitnya, dalam hal ini pengujian data ini dilakukan sejumlah penyakit yang ada dalam sistem ini yaitu 9 kali percobaan. Verifikasi yang kedua adalah pengujian untuk data *fuzzy* untuk pengujian ini dilakukan sebanyak 50 terbagi dalam 10 kelompok berdasarkan pH, karena setiap parameter tidak mempunyai prioritas yang sama maka diambil salah satu parameter untuk mewakili. Perincian kombinasi masukan untuk data *fuzzy* dapat dilihat pada Tabel 2. Contoh *form* verifikasi dapat dilihat pada Lampiran 25.



Tabel 2 Parameter data fuzzy verifikasi sistem

	Masukan				
	Suhu	pH	O <sub>2</sub>	Kece- rahan	NH <sub>3</sub>
Satuan	°C	-	mg/l	cm	ppm
Nilai	24,29	3-12	4,5,6	80	0.01

### Hasil Uji Coba

Uji coba dari sistem ini dilakukan dengan metode *black box* dimana pengguna akan memberikan masukan ke sistem kemudian akan melihat hasil keluaran dari sistem ini. Pengujian dibagi menjadi dua, pengujian untuk data fuzzy untuk parameter lingkungan air yang digunakan untuk mengetahui kualitas atau kelayakan air untuk ikan mas, sedangkan untuk data bukan fuzzy, uji yang dilakukan adalah untuk mengetahui jenis penyakit yang disebabkan oleh agen patogen.

Sebagai contoh apabila terjadi gejala pertumbuhan kurang bagus, nafsu makan rendah, keaktifan gerak tidak normal, sering di pinggir kolam, kematian cukup tinggi, sirip terdapat benang-benang halus, insang terdapat benang-benang halus, kulit terdapat benang-benang halus, dan warna kulit cerah hasil diagnosis sistem adalah penyakit saprolegniasis. Pada pengukuran kualitas air jika diketahui suhu=29°C, pH=7, oksigen=5 mg/l, kecerahan=80 cm, dan amoniak=0,01 ppm maka hasil sistem adalah kualitas air bagus. Contoh pengujian yang lain dapat dilihat pada Lampiran 23 dan Lampiran 24.

Pengujian untuk gejala fisik pada ikan untuk mengetahui jenis penyakit yang disebabkan oleh agen patogen dilakukan sebanyak 50 kali dari data. Tingkat keberhasilan untuk pengujian ini 100%, sedangkan pengujian untuk mengukur kualitas air dilakukan sebanyak 50 kali dari data. Tingkat keberhasilan untuk pengujian kualitas air adalah 80%.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Metode fuzzy yang digunakan dalam sistem ini dapat membantu dalam pengukuran kualitas air. Penggunaan metode *forward chaining* dalam penentuan jenis penyakit agen patogen cocok diterapkan dalam diagnosis penyakit ikan mas.

### Saran

Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dengan Menggunakan Logika Fuzzy perlu untuk menambahkan basis pengetahuan (*knowledge base*) sehingga sistem ini mampu mengidentifikasi penyakit lain yang belum ada pada sistem. Penelitian selanjutnya dapat diteliti hubungan antara variabel lingkungan air dengan penyakit pada ikan mas.

## DAFTAR PUSTAKA

- [Anonim]. 1999. SNI: 01-6131 tentang *Produksi Induk Ikan Mas (Cyprinus carpio Linneaus) strain Majalaya kelas induk pokok (Parent Stock)*.
- [Anonim]. 1999. SNI: 01-6134 tentang *Induk Ikan Mas (Cyprinus carpio Linneaus) strain Sinyonya kelas induk pokok (Parent Stock)*.
- Arhami, M. 2004. *Konsep Dasar Sistem Pakar*. Andi, Yogyakarta.
- Boyd, Cloud E. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Birmingham Publishing C.O.Birmingham. Alabama.
- Boyd, Cloud E. 2000. *Water Quality An Introduction*. Kluwer Academic Publisher. United States of America.
- Ciptoroso, Mudjiutami E, Rahmat, Sumarjo, Zainun Z. 2007. Pemanfaatan Immunostimulan untuk Pengendalian Penyakit pada Ikan Mas. *Jurnal Budidaya Air Tawar* 4:1-9.
- Ghufron, M., H. Kordi K. 2004. *Penanggulangan Hama dan Penyakit Ikan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Giarratano J., G. Riley. 1998. *Expert System Principles and Programming*. Third Edition. PWS Publishing Company, Boston.
- Irianto, A. 2004. *Patologi Ikan Teleostei*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Jogiyanto. 2003. *Pengembangan Sistem Pakar Menggunakan Visual Basic*. Andi, Yogyakarta.
- Kusrini. 2006. Gajah Mada University Press, Yogyakarta. *Sistem Pakar Teori dan Aplikasi*. Andi, Yogyakarta.
- Kusuma, S., H. Purnomo. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu, Yogyakarta.





1. Lentera, T. 2002. *Pembesaran Ikan Mas di Kolam Air Deras*. AgroMedia Pustaka, Jakarta.
  2. Marimin. 2002. *Teori Aplikasi Sistem Pakar dalam Teknologi Manajerial*. IPB Press, Bogor.
  3. Sommerville, I. 2001. *Software Engineering*. Ed. Ke-2. Addison Wesley Publisher Ltd. England.
1. Ilirang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University



## LAMPIRAN

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

### Lampiran 1 Tingkat nafsu makan berdasarkan bobot

BOBOT (b) (gr)	Feding Rate (%bobot tubuh)	NAFSU MAKAN
12.18<b≤32.28	0.968	Rendah
	1.292	Normal
32.28<b≤55.96	1.677	Rendah
	2.239	Normal

### Lampiran 2 Tingkat kepadatan

KEPADATAN (k) (ekor/m <sup>3</sup> )	TINGKAT KEPADATAN
k>180	Sangat padat
k>=160	Padat
100<k≤140	Normal
80<k≤99	Jarang
60<k≤80	Sangat jarang
k≤60	Sangat jarang sekali

### Lampiran 3 Tingkat kematian

KEMATIAN/bulan (m) (%)	TINGKAT KEMATIAN
m≤10	Sangat bagus
10<m≤20	Normal
20<m≤25	Cukup tinggi
25<m≤40	Tinggi
40<m≤50	Sangat tinggi
50<m≤80	Massal

### Lampiran 4 Tingkat kelayakan suhu air

SUHU (s) (C)	KETERANGAN
s<25	Terlalu rendah menyebabkan temperatur tubuh menurun, menekan respon kekebalan ikan, nafsu makan, aktivitas, dan pertumbuhan
25<s<27	Sedang, standar untuk pertumbuhan ikan
27<s≤29	Bagus sehingga pertumbuhan ikan bagus dan metabolismenya cukup tinggi
s>30	Terlalu tinggi dapat menyebabkan meningkatnya toksisitas dari kontaminan-kontaminan terlarut, mendukung perkembangan dan tingkat serangan pathogen. Dengan meningkatnya temperatur tubuh dan laju metabolisme ikan, respon kekebalan tubuh makin meningkat

1. Diarahkan mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

### Lampiran 5 Tingkat kelayakan pH air

pH (p)	KETERANGAN
$p < 7$	pH asam, ikan menjadi lemah yang akan berakibat ikan mengalami keterlambatan pertumbuhan, jamur akan tumbuh baik pada pH asam, mempengaruhi transfer ion pada insang, mengarah ke kegagalan osmoregulasi dan kematian
$7 \leq p \leq 7.5$	Bagus, untuk pertumbuhan ikan normal
$p > 7.5$	pH basa, bakteri akan tumbuh pada pH ini sehingga bisa mengakibatkan terkena penyakit yang berdampak pada kematian ikan

### Lampiran 6 Tingkat kelayakan $O_2$

$O_2$ (ok) (mg/l)	KETERANGAN
$ok < 3$	Terlalu rendah, bisa mengakibatkan ikan banyak mengapung dipermukaan air mencari oksigen, dapat menimbulkan anorexia (gejala sakit berupa hilangnya nafsu makan), stress respirasi, hypoxia jaringan, pingsan dan kematian
$ok \geq 5$	Bagus, normal untuk pertumbuhan ikan

### Lampiran 7 Tingkat kelayakan kecerahan air

KECERAHAN (c) (cm)	KETERANGAN
$c < 65$	Terlalu rendah, menyebabkan pertumbuhan fitoplankton rendah sehingga kurang membantu dalam pertumbuhan ikan, mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi, pernapasan, dan daya lihat organisme akuatik serta dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air, ikan akan sulit mendapatkan makanan, menghindari pemangsaan, menghambat perkembangan telur selama inkubasi, mengotori insang, stress dan penurunan resistensi terhadap penyakit
$65 \leq c \leq 80$	Bagus, normal untuk pertumbuhan fitoplankton sehingga dapat membantu pertumbuhan ikan

### Lampiran 8 Tingkat kelayakan $NH_3$ air

$NH_3$ (am) (ppm)	KETERANGAN
$am < 0.02$	Bagus, perkembangan ikan normal
$am \geq 0.02$	Terlalu tinggi, berakibat pertumbuhan ikan menjadi lambat, hypertrophy insang, hyperplasia, separasi lamellar bersama-sama dengan hemoragi dan lesi necrotic di thymus, serta meningkatkan kerentanan ikan terhadap infeksi

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

### Lampiran 9 Perilaku dan morfologi ikan sehat

PERILAKU	VARIABEL	KEADAAN
Pertumbuhan	pertumbuhan	bagus
Nafsu makan	nafsu makan	normal
Keaktifan gerak	keaktifan gerak	normal
Posisi renang	posisi renang	normal
Kematian (%)	kematian	0
ANATOMI		
Sirip	rusak	tidak
	bercak merah	tidak
	luka	tidak
	benang-benang halus	tidak
Insang	bercak merah	tidak
	benjolan	tidak
	luka	tidak
	pucat	tidak
	benang-benang halus	tidak
Kulit	benang-benang halus	tidak
	bintik putih	tidak
	warna cerah	ya
	warna gelap	tidak
	warna pucat	tidak
	melepuh	tidak
	lendir berlebihan	tidak
Mata	luka	tidak
	menonjol	tidak
Organ dalam	binti-bintik	tidak
	rusak	tidak
	luka	tidak

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

**Lampiran 10 Perilaku dan morfologi ikan terserang penyakit Kutu**

PERILAKU	VARIABEL	KEADAAN
Pertumbuhan	pertumbuhan	kurang bagus
Nafsu makan	nafsu makan	rendah
Keaktifan gerak	keaktifan gerak	tidak normal
Posisi renang	posisi renang	di pinggir kolam
Kematian (%)	kematian	$\leq 25$
<b>ANATOMI</b>		
Sirip	rusak	tidak
	bercak merah	ya
	luka	tidak
	benang-benang halus	tidak
Insang	bercak merah	tidak
	benjolan	tidak
	luka	tidak
	pucat	tidak
	benang-benang halus	tidak
Kulit	benang-benang halus	tidak
	bintik putih	tidak
	warna cerah	tidak
	warna gelap	ya
	warna pucat	ya
	melepuh	tidak
	luka	ya
	lendir berlebihan	tidak
Perut	kembung	tidak
Mata	luka	tidak
	menonjol	tidak
Organ dalam	binti-bintik	tidak
	rusak	tidak
	luka	tidak

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 11 Perilaku dan morfologi ikan terserang penyakit *Saprolegniasis*

PERILAKU	VARIABEL	KEADAAN
Pertumbuhan	pertumbuhan	kurang bagus
Nafsu makan	nafsu makan	rendah
Keaktifan gerak	keaktifan gerak	tidak normal
Posisi renang	posisi renang	di pinggir kolam
Kematian (%)	kematian	$\leq 25$
ANATOMI		
Sirip	rusak	tidak
	bercak merah	tidak
	luka	tidak
	benang-benang halus	ya
Insang	bercak merah	tidak
	benjolan	tidak
	luka	tidak
	pucat	tidak
	benang-benang halus	ya
Kulit	benang-benang halus	ya
	bintik putih	tidak
	warna cerah	ya
	warna gelap	tidak
	warna pucat	tidak
	melepuh	tidak
	luka	tidak
	lendir berlebihan	tidak
Perut	kembung	tidak
Mata	luka	tidak
	menonjol	tidak
Organ dalam	binti-bintik	tidak
	rusak	tidak
	luka	tidak

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



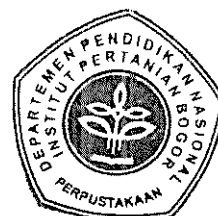
**Lampiran 12 Perilaku dan morfologi ikan terserang penyakit *Myxosporeasis***

PERILAKU	VARIABEL	KEADAAN
Pertumbuhan	pertumbuhan	kurang bagus
Nafsu makan	nafsu makan	rendah
Keaktifan gerak	keaktifan gerak	tidak normal
Posisi renang	posisi renang	normal
Kematian (%)	kematian	$\leq 25$
<b>ANATOMI</b>		
Sirip	rusak	tidak
	bercak merah	tidak
	luka	tidak
	benang-benang halus	tidak
Insang	bercak merah	tidak
	benjolan	ya
	luka	ya
	pucat	tidak
	benang-benang halus	tidak
Kulit	benang-benang halus	tidak
	bintik putih	tidak
	warna cerah	tidak
	warna gelap	ya
	warna pucat	tidak
	melepuh	tidak
	luka	ya
	lendir berlebihan	ya
Perut	kembung	tidak
Mata	luka	tidak
	menonjol	tidak
Organ dalam	binti-bintik	tidak
	rusak	tidak
	luka	tidak

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 13 Perilaku dan morfologi ikan terserang penyakit bintik putih

PERILAKU	VARIABEL	KEADAAN
Pertumbuhan	pertumbuhan	kurang bagus
Nafsu makan	nafsu makan	rendah
Keaktifan gerak	keaktifan gerak	tidak normal
Posisi renang	posisi renang	di pinggir kolam
Kematian (%)	kematian	$\leq 25$
ANATOMI		
Sirip	rusak	tidak
	bercak merah	tidak
	luka	ya
	benang-benang halus	tidak
Insang	bercak merah	tidak
	benjolan	tidak
	luka	ya
	pucat	tidak
	benang-benang halus	tidak
Kulit	benang-benang halus	tidak
	bintik putih	ya
	warna cerah	ya
	warna gelap	tidak
	warna pucat	tidak
	melepuh	tidak
	luka	tidak
	lendir berlebihan	tidak
Perut	kembung	tidak
Mata	luka	tidak
	menonjol	tidak
Organ dalam	binti-bintik	tidak
	rusak	tidak
	luka	tidak



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 14 Perilaku dan morfologi ikan terserang penyakit *Lerneasis*

PERILAKU	VARIABEL	KEADAAN
Pertumbuhan	pertumbuhan	kurang bagus
Nafsu makan	nafsu makan	rendah
Keaktifan gerak	keaktifan gerak	tidak normal
Posisi renang	posisi renang	normal
Kematian (%)	kematian	<= 25
ANATOMI		
Sirip	rusak	tidak
	bercak merah	tidak
	luka	ya
	benang-benang halus	tidak
Insang	bercak merah	tidak
	benjolan	tidak
	luka	ya
	pucat	tidak
Kulit	benang-benang halus	tidak
	benang-benang halus	tidak
	bintik putih	tidak
	warna cerah	tidak
	warna gelap	ya
	warna pucat	ya
	melepuh	tidak
	luka	ya
Perut	lendir berlebihan	ya
	kembung	tidak
Mata	luka	ya
	menonjol	tidak
Organ dalam	binti-bintik	tidak
	rusak	tidak
	luka	tidak

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 15 Perilaku dan morfologi ikan tereserang penyakit *Motil Aeromonas Septikaemia*

PERILAKU	VARIABEL	KEADAAN
Pertumbuhan	pertumbuhan	kurang bagus
Nafsu makan	nafsu makan	rendah
Keaktifan gerak	keaktifan gerak	tidak normal
Posisi renang	posisi renang	sering muncul ke permukaan
Kematian (%)	kematian	≤ 40
ANATOMI		
Sirip	rusak	ya
	bercak merah	ya
	luka	tidak
	benang-benang halus	tidak
Insang	bercak merah	tidak
	benjolan	tidak
	luka	tidak
	pucat	tidak
	benang-benang halus	tidak
Kulit	benang-benang halus	tidak
	bintik putih	tidak
	warna cerah	tidak
	warna gelap	tidak
	warna pucat	tidak
	melepuh	ya
	luka	ya
Perut	lendir berlebihan	tidak
	kembung	ya
Mata	luka	tidak
	menonjol	tidak
Organ dalam	binti-bintik	tidak
	rusak	tidak
	luka	ya

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 16 Perilaku dan morfologi ikan terserang penyakit *Tuberkulosis*

PERILAKU	VARIABEL	KEADAAN
Pertumbuhan	pertumbuhan	kurang bagus
Nafsu makan	nafsu makan	rendah
Keaktifan gerak	keaktifan gerak	tidak normal
Posisi renang	posisi renang	normal
Kematian (%)	kematian	$\leq 40$
ANATOMI		
Sirip	rusak	tidak
	bercak merah	tidak
	luka	tidak
	benang-benang halus	tidak
Insang	bercak merah	tidak
	benjolan	tidak
	luka	tidak
	pucat	tidak
	benang-benang halus	tidak
Kulit	benang-benang halus	tidak
	bintik putih	tidak
	warna cerah	tidak
	warna gelap	ya
	warna pucat	tidak
	melepuh	tidak
	luka	tidak
	lendir berlebihan	tidak
Perut	kembung	ya
Mata	luka	tidak
	menonjol	tidak
Organ dalam	binti-bintik	ya
	rusak	tidak
	luka	tidak

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Lampiran 17 Perilaku dan morfologi ikan terserang penyakit *Pseudomonas*

PERILAKU	VARIABEL	KEADAAN
Pertumbuhan	pertumbuhan	kurang bagus
Nafsu makan	nafsu makan	rendah
Keaktifan gerak	keaktifan gerak	tidak normal
Posisi renang	posisi renang	normal
Kematian (%)	kematian	≤ 40
ANATOMI		
Sirip	rusak	ya
	bercak merah	ya
	luka	ya
	benang-benang halus	tidak
Insang	bercak merah	tidak
	benjolan	tidak
	luka	tidak
	pucat	tidak
	benang-benang halus	tidak
Kulit	benang-benang halus	tidak
	bintik putih	tidak
	warna cerah	tidak
	warna gelap	ya
	warna pucat	tidak
	melepuh	tidak
	luka	ya
	lendir berlebihan	tidak
Perut	kembung	ya
Mata	luka	tidak
	menonjol	ya
Organ dalam	binti-bintik	tidak
	rusak	tidak
	luka	tidak

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

**Tampilan 18 Perilaku dan morfologi ikan terserang penyakit Herpes virus**

PERILAKU	VARIABEL	KEADAAN
Pertumbuhan	pertumbuhan	kurang bagus
Nafsu makan	nafsu makan	rendah
Keaktifan gerak	keaktifan gerak	tidak normal
Posisi renang	posisi renang	sering muncul ke permukaan
Kematian (%)	kematian	$\geq 80$
<b>ORGAN</b>		
Sirip	rusak	tidak
	bercak merah	tidak
	luka	ya
	benang-benang halus	tidak
Insang	bercak merah	tidak
	benjolan	tidak
	luka	tidak
	pucat	tidak
	benang-benang halus	tidak
Kulit	benang-benang halus	tidak
	bintik putih	tidak
	warna cerah	tidak
	warna gelap	tidak
	warna pucat	ya
	melepuh	tidak
	luka	tidak
	lendir berlebihan	ya
Perut	kembung	tidak
Mata	luka	tidak
	menonjol	ya
Organ dalam	binti-bintik	tidak
	rusak	ya
	luka	ya

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

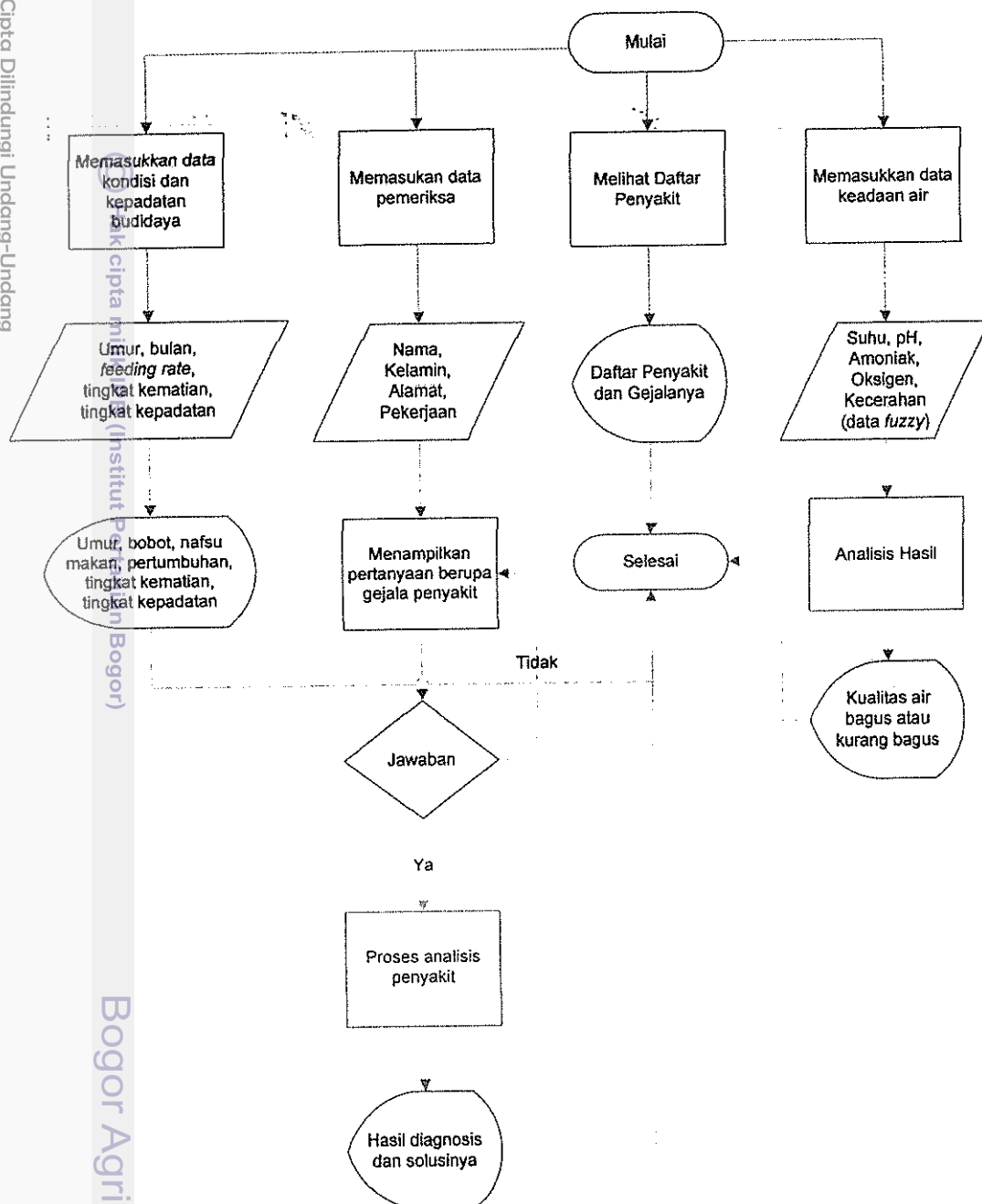
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



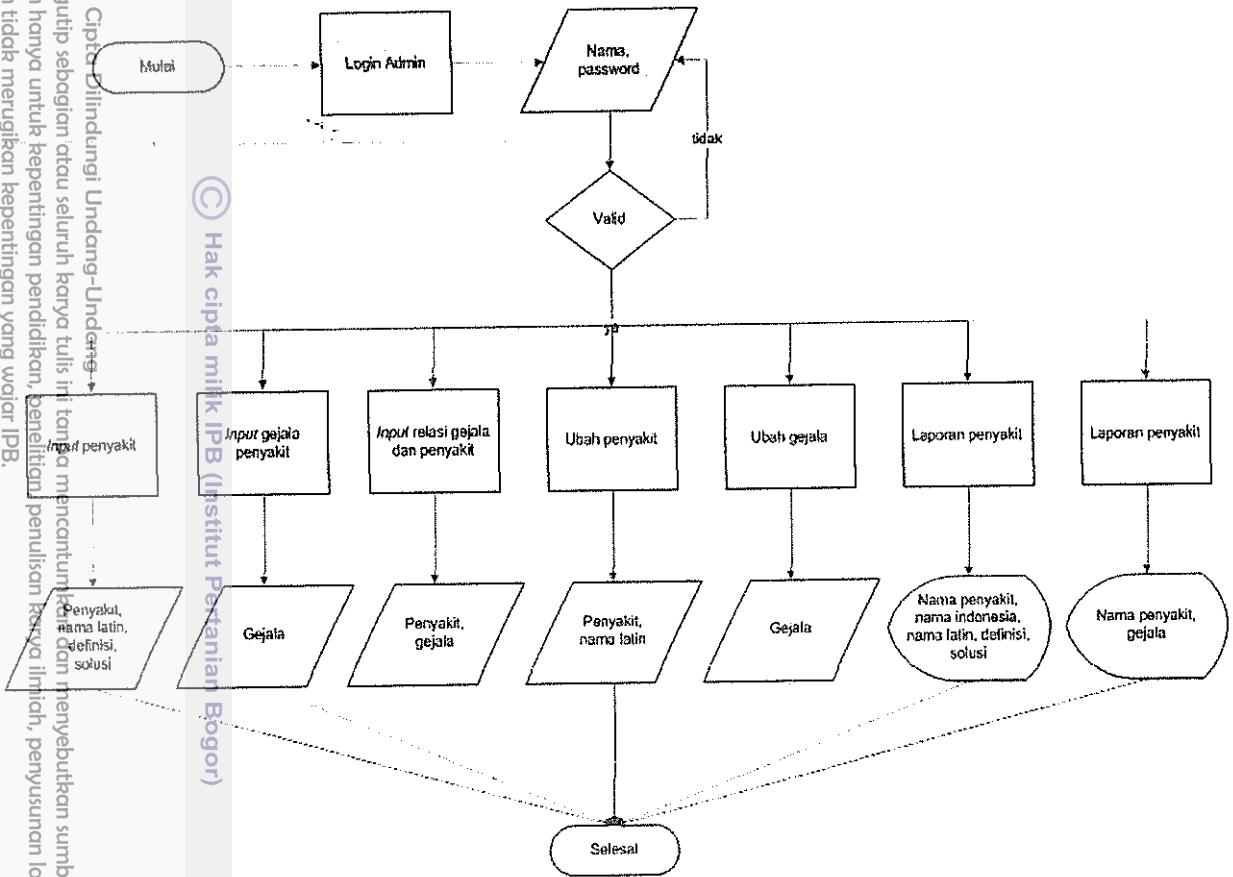
Lampiran 19 Diagram alur untuk pengguna



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 20 Diagram alur untuk administrator



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

# Campiran 21 Aturan *fuzzy* untuk menentukan kelayakan lingkungan air

1. If (suhu is rendah) and (pH is rendah) and (oksigen is rendah) and (kecerahan is rendah) and (amoniak is normal) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
2. If (suhu is rendah) and (pH is normal) and (oksigen is rendah) and (kecerahan is rendah) and (amoniak is normal) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
3. If (suhu is rendah) and (pH is normal) and (oksigen is normal) and (kecerahan is rendah) and (amoniak is normal) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
4. If (suhu is rendah) and (pH is normal) and (oksigen is normal) and (kecerahan is normal) and (amoniak is normal) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
5. If (suhu is rendah) and (pH is normal) and (oksigen is normal) and (kecerahan is normal) and (amoniak is tinggi) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
6. If (suhu is rendah) and (pH is tinggi) and (oksigen is rendah) and (kecerahan is rendah) and (amoniak is normal) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
7. If (suhu is rendah) and (pH is tinggi) and (oksigen is normal) and (kecerahan is rendah) and (amoniak is normal) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
8. If (suhu is rendah) and (pH is tinggi) and (oksigen is normal) and (kecerahan is normal) and (amoniak is normal) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
9. If (suhu is rendah) and (pH is tinggi) and (oksigen is normal) and (kecerahan is normal) and (amoniak is tinggi) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
10. If (suhu is normal) and (pH is rendah) and (oksigen is rendah) and (kecerahan is rendah) and (amoniak is normal) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
11. If (suhu is normal) and (pH is rendah) and (oksigen is normal) and (kecerahan is rendah) and (amoniak is normal) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
12. If (suhu is normal) and (pH is rendah) and (oksigen is normal) and (kecerahan is normal) and (amoniak is normal) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
13. If (suhu is normal) and (pH is rendah) and (oksigen is normal) and (kecerahan is normal) and (amoniak is tinggi) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
14. If (suhu is normal) and (pH is rendah) and (oksigen is rendah) and (kecerahan is rendah) and (amoniak is tinggi) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
15. If (suhu is normal) and (pH is tinggi) and (oksigen is normal) and (kecerahan is rendah) and (amoniak is normal) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
16. If (suhu is normal) and (pH is tinggi) and (oksigen is normal) and (kecerahan is normal) and (amoniak is tinggi) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
17. If (suhu is normal) and (pH is tinggi) and (oksigen is rendah) and (kecerahan is rendah) and (amoniak is normal) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
18. If (suhu is tinggi) and (pH is rendah) and (oksigen is rendah) and (kecerahan is rendah) and (amoniak is normal) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
19. If (suhu is tinggi) and (pH is normal) and (oksigen is rendah) and (kecerahan is rendah) and (amoniak is normal) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
20. If (suhu is tinggi) and (pH is normal) and (oksigen is normal) and (kecerahan is normal) and (amoniak is tinggi) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
21. If (suhu is tinggi) and (pH is tinggi) and (oksigen is rendah) and (kecerahan is rendah) and (amoniak is normal) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
22. If (suhu is tinggi) and (pH is tinggi) and (oksigen is normal) and (kecerahan is normal) and (amoniak is tinggi) then (kualitasair is kurangbagus) (1)
23. If (suhu is normal) and (pH is normal) and (oksigen is normal) and (kecerahan is normal) and (amoniak is normal) then (kualitasair is bagus) (1)
24. If (suhu is normal) and (pH is normal) and (oksigen is normal) and (kecerahan is rendah) and (amoniak is normal) then (kualitasair is bagus) (1)
25. If (suhu is rendah) and (pH is rendah) and (oksigen is normal) and (kecerahan is normal) and (amoniak is normal) then (kualitasair is bagus) (1)

Ho Cipta Dilindungi Undang-Undang

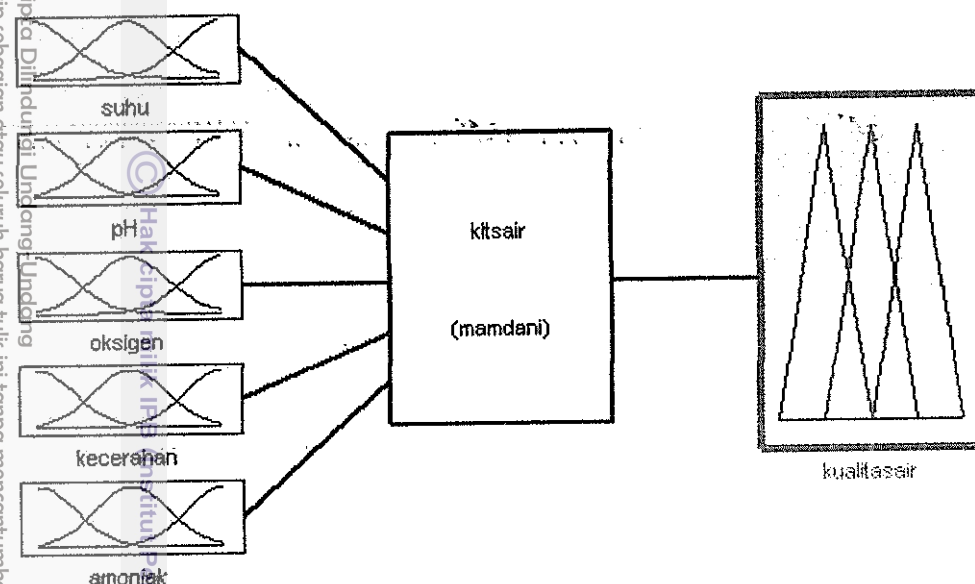
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

# Lampiran 22 Metode fuzzy Mamdani untuk menentukan kelayakan lingkungan air



# Lampiran 23 Contoh uji coba data bukan fuzzy untuk menentukan jenis penyakit yang disebabkan oleh agen patogen

## Input:

Gejala : pertumbuhan kurang bagus, nafsu makan rendah, keaktifan gerak tidak normal, sering di pinggir kolam, kematian cukup tinggi (<25%), insang mengalami benjolan, insang mengalami luka, warna kulit gelap, kulit luka, lendir berlebihan pada kulit

## Output:

Nama Indonesia : Myxosporeasis

Nama Latin : Myxosporeasis

Definisi : Penyakit ini disebabkan oleh parasit Myxobolus sp.

Solusi : Pengeringan kolam secara total, penaburan kapur tohor dengan dosis 200 mg/meter persegi kemudian membiarkannya selama 1-2 minggu

# Lampiran 24 Uji coba system untuk data fuzzy berupa parameter lingkungan air

Untuk pH=3

No.	Masukkan					Keluaran	
	Suhu	pH	O <sub>2</sub>	Kecerahan	NH <sub>3</sub>	Kurang Bagus	Bagus
	°C	-	mg/l	cm	ppm	Derajat Keanggotaan Kualitas Lingkungan Air	
1.	24	3	4	80	0.01	1	0
2.	24	3	5	80	0.01	1	0
3.	24	3	6	80	0.01	1	0
4.	29	3	4	80	0.01	1	0
5.	29	3	5	80	0.01	1	0

# Lampiran 24 (Lanjutan)

Untuk pH=4

No.	Masukkan					Keluaran	
	Suhu	pH	O <sub>2</sub>	Kecerahan	NH <sub>3</sub>	Kurang Bagus	Bagus
	°C	-	mg/l	cm	ppm	Derajat Keanggotaan Kualitas Lingkungan Air	
1.	24	4	4	80	0.01	1	0
2.	24	4	5	80	0.01	1	0
3.	24	4	6	80	0.01	1	0
4.	29	4	4	80	0.01	1	0
5.	29	4	5	80	0.01	1	0

Untuk pH=5

No.	Masukkan					Keluaran	
	Suhu	pH	O <sub>2</sub>	Kecerahan	NH <sub>3</sub>	Kurang Bagus	Bagus
	°C	-	mg/l	cm	ppm	Derajat Keanggotaan Kualitas Lingkungan Air	
1.	24	5	4	80	0.01	1	0
2.	24	5	5	80	0.01	1	0
3.	24	5	6	80	0.01	1	0
4.	29	5	4	80	0.01	0	1
5.	29	5	5	80	0.01	1	0

Untuk pH=6

No.	Masukkan					Keluaran	
	Suhu	pH	O <sub>2</sub>	Kecerahan	NH <sub>3</sub>	Kurang Bagus	Bagus
	°C	-	mg/l	cm	ppm	Derajat Keanggotaan Kualitas Lingkungan Air	
1.	24	6	4	80	0.01	1	0
2.	24	6	5	80	0.01	1	0
3.	24	6	6	80	0.01	1	0
4.	29	6	4	80	0.01	1	0
5.	29	6	5	80	0.01	1	0

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumber yang bersangkutan.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang menguraikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



# Lampiran 24 (Lanjutan)

Untuk pH=7

No.	Masukkan					Keluaran	
	Suhu	pH	O <sub>2</sub>	Kecerahan	NH <sub>3</sub>	Kurang Bagus	Bagus
	°C	-	mg/l	cm	ppm		
						Derajat Keanggotaan Kualitas Lingkungan Air	
1.	24	7	4	80	0.01	1	0
2.	24	7	5	80	0.01	1	0
3.	24	7	6	80	0.01	1	0
4.	29	7	4	80	0.01	0	1
5.	29	7	5	80	0.01	0	1

Untuk pH=8

No.	Masukkan					Keluaran	
	Suhu	pH	O <sub>2</sub>	Kecerahan	NH <sub>3</sub>	Kurang Bagus	Bagus
	°C	-	mg/l	cm	ppm		
						Derajat Keanggotaan Kualitas Lingkungan Air	
1.	24	8	4	80	0.01	0,33	0
2.	24	8	5	80	0.01	0,33	0
3.	24	8	6	80	0.01	0,33	0
4.	29	8	4	80	0.01	0	0
5.	29	8	5	80	0.01	0	0

Untuk pH=9

No.	Masukkan					Keluaran	
	Suhu	pH	O <sub>2</sub>	Kecerahan	NH <sub>3</sub>	Kurang Bagus	Bagus
	°C	-	mg/l	cm	ppm		
						Derajat Keanggotaan Kualitas Lingkungan Air	
1.	24	9	4	80	0.01	1	0
2.	24	9	5	80	0.01	1	0
3.	24	9	6	80	0.01	1	0
4.	29	9	4	80	0.01	0	0
5.	29	9	5	80	0.01	0	0

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

# Lampiran 24 (Lanjutan)

Untuk pH=10

No.	Masukkan					Keluaran	
	Suhu	pH	O <sub>2</sub>	Kecerahan	NH <sub>3</sub>	Kurang Bagus	Bagus
	°C	-	mg/l	cm	ppm		
						Derajat Keanggotaan Kualitas Lingkungan Air	
1.	24	10	4	80	0.01	1	0
2.	24	10	5	80	0.01	1	0
3.	24	10	6	80	0.01	1	0
4.	29	10	4	80	0.01	0	0
5.	29	10	5	80	0.01	0	0

Untuk pH=11

No.	Masukkan					Keluaran	
	Suhu	pH	O <sub>2</sub>	Kecerahan	NH <sub>3</sub>	Kurang Bagus	Bagus
	°C	-	mg/l	cm	ppm		
						Derajat Keanggotaan Kualitas Lingkungan Air	
1.	24	11	4	80	0.01	1	0
2.	24	11	5	80	0.01	1	0
3.	24	11	6	80	0.01	1	0
4.	29	11	4	80	0.01	0	0
5.	29	11	5	80	0.01	0	0

Untuk pH=12

No.	Masukkan					Keluaran	
	Suhu	pH	O <sub>2</sub>	Kecerahan	NH <sub>3</sub>	Kurang Bagus	Bagus
	°C	-	mg/l	cm	ppm		
						Derajat Keanggotaan Kualitas Lingkungan Air	
1.	24	12	4	80	0.01	1	0
2.	24	12	5	80	0.01	1	0
3.	24	12	6	80	0.01	1	0
4.	29	12	4	80	0.01	0	0
5.	29	12	5	80	0.01	0	0

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## Lampiran 25 Verifikasi Sistem

### Input parameter air

Suhu (°C) : 24  
 pH : 10  
 O<sub>2</sub> (mg/l) : 4  
 Kecerahan (cm) : 80  
 Amoniak (ppm) : 0.01  
 Hasil diagnosis : Kualitas air kurang bagus

### Input perubahan fisik ikan

Gejala : pertumbuhan kurang bagus, nafsu makan rendah, keaktifan gerak tidak normal, sering di pinggir kolam, kematian cukup tinggi, sirip terdapat bercak merah, insang berwarna pucat, warna kulit gelap, warna kulit pucat, kulit luka.  
 Hasil diagnosis : penyakit kutu

### Verifikasi pakar



Sesuai



Cukup sesuai



Tidak sesuai

Bogor, 16 Juli 2009

Pemeriksa,

Mukhammad Subkhan, S.Pi.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## Lampiran 25 (Lanjutan)

**Input parameter air**

Suhu (°C) : 29  
pH : 10  
O<sub>2</sub> (mg/l) : 4  
Kecerahan (cm) : 80  
Amoniak (ppm) : 0.01  
Hasil diagnosis : Kualitas air kurang bagus

**Input perubahan fisik ikan**

Gejala : pertumbuhan kurang bagus, nafsu makan rendah, keaktifan gerak tidak normal, sering di pinggir kolam, kematian cukup tinggi, sirip terdapat bercak merah, insang berwarna pucat, warna kulit gelap, warna kulit pucat, kulit luka.  
Hasil diagnosis : penyakit kutu

**Verifikasi pakar**

Sesuai

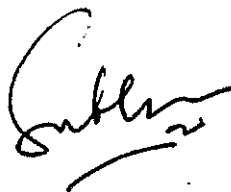


Cukup sesuai



Tidak sesuai

Bogor, 16 Juli 2009  
Pemeriksa,



Mukhammad Subkhan, S.Pi.

