

Sistem Pakar Identifikasi Varietas Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Berdasarkan Karakteristik Morfologi dan Tingkah Laku

Expert System Identification Common carp Fish (Cyprinus carpio) Varieties Based on Morphological and Behavior Characteristics

ASTERIKA PRAWESTI¹, TOTO HARYANTO^{1*}, IRZAL EFFENDI²

Abstrak

Penelitian ini mengidentifikasi 6 varietas ikan mas menggunakan 8 parameter *input* yang meliputi karakteristik morfologi dan tingkah laku. Pembagian data latih dan data uji dilakukan menggunakan metode *k-Fold Cross Validation*. Variabel yang bersifat nominal diolah menggunakan jarak *nominal*, sedangkan variabel numerik dan ordinal diolah dengan menggunakan jarak Euclid. Sebelum menghitung jarak Euclid, metode normalisasi *min-max* diterapkan pada variabel numerik dan ordinal. Hasil perhitungan jarak Euclid dan jarak nominal digabung dengan menggunakan rumus *aggregate*. Metode klasifikasi yang digunakan untuk identifikasi ialah metode *k-nearest neighbour* (KNN). Akurasi rata-rata terbaik untuk percobaan tanpa normalisasi ialah 94.58% dan untuk percobaan dengan normalisasi ialah 98.54% saat $k = 3$. Sistem ini dapat diakses pada alamat apps.cs.ipb.ac.id/spivim.

Kata kunci: ikan mas, jarak *Euclidean*, *k-nearest neighbour*, *nominal distance*, normalisasi *min-max*.

Abstract

This research aims to identify 6 common carp varieties using 8 input parameters of morphological characteristics and behavior. K-fold cross validation is conducted to determinate training data and test data. Nominal variables processed by the nominal distance, while the numeric and ordinal variables are processed by using Euclidean distance. Before calculating the Euclidean distance, min-max normalization method was applied on the numeric and ordinal variables. The calculation result between Euclidean distance and nominal distance were combined by using the aggregate formula. The classification method used is the k-nearest neighbor (KNN) method. The best average accuracy obtained without normalization was 94.58% and with normalization was 98.54% when $k = 3$. This system can be accessed at <http://apps.cs.ipb.ac.id/spivim>

Keywords: common carp (Cyprinus carpio), Euclidean distance, k-nearest neighbor, min-max normalization, nominal distance

PENDAHULUAN

Berdasarkan data Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Sempur Bogor, saat ini varietas ikan mas mengalami persilangan dengan varietas ikan mas lainnya yang membentuk varietas ikan mas baru. Dengan demikian, kemurnian variabel biologis dan sifat-sifat yang diwarisi tidak terjaga. Beberapa varietas ikan mas konsumsi yang masih terjaga kemurniaannya ialah ikan mas majalaya, ikan mas sinyonya, ikan mas merah, ikan mas punten, ikan mas taiwan dan ikan mas kaca. Sayangnya saat ini, ikan mas punten dan ikan mas taiwan sudah tidak diketahui kemurniaannya dan langka di lingkungan budi daya. Beberapa varietas ikan mas konsumsi yang merupakan hasil persilangan antara lain ikan mas rajadanu, ikan mas lokal, ikan mas sutisna kuningan, ikan mas cianjur wildan, ikan mas cangkringan yogyakarta, ikan mas sanin, ikan mas bali, dan ikan mas kancra domas.

¹Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

²Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

*Penulis Korespondensi : Telp: 08567332055; Surel: totoharyanto@apps.ipb.ac.id.

Identifikasi varietas ikan mas menjadi hal penting bagi petani, *breeder* maupun peneliti. Bagi petani, identifikasi varietas ikan mas menjadi sangat penting guna mengetahui varietas ikan mas konsumsi yang disukai di suatu daerah tertentu. Di daerah Jawa Barat masyarakat lebih menyukai ikan mas dengan warna tubuh lebih gelap, namun di Kalimantan ikan mas dengan warna sisik gelap tidak disukai. Bagi *breeder*, identifikasi varietas ikan mas sangatlah penting guna dalam kegiatan akuakultur untuk mengenali variabel biologis dan sifat-sifat yang diwarisi varietas ikan mas terdahulu sehingga dalam kegiatannya *breeder* dapat menentukan induk ikan mas yang unggul untuk disilangkan. Bagi peneliti, identifikasi varietas sangat penting guna memetakan pengetahuan variabel biologis dan sifat-sifat ikan mas yang dikuasai seorang pakar ke dalam suatu sistem sehingga keilmuan pakar dalam hal identifikasi karakteristik varietas ikan mas tidak akan hilang.

Pengetahuan karakteristik yang dimiliki varietas ikan mas akan direpresentasikan ke dalam suatu sistem perangkat lunak komputer cerdas sehingga mampu memecahkan masalah dalam identifikasi varietas ikan mas. Sistem pakar adalah suatu perangkat lunak komputer cerdas yang menggunakan pengetahuan dan prosedur inferensi dalam memecahkan masalah yang rumit atau membutuhkan seorang pakar dalam memecahkannya (Marimin 2005). Dengan adanya sistem pakar, identifikasi varietas ikan mas (*Cyprinus carpio*) berdasarkan karakteristik morfologi dan tingkah laku diharapkan dapat membantu *breeder* atau peneliti dalam mengidentifikasi varietas ikan mas dilihat dari morfologi dan sifat-sifat yang dimiliki.

Selain dalam bidang budi daya perairan, sistem pakar dapat digunakan di bidang lain seperti pertanian, kedokteran, dan peternakan. Pengetahuan tersebut direpresentasikan ke dalam sistem yang dapat mewakili pengetahuan dengan menggabungkan ilmu dan pengalaman dari beberapa pakar pada bidang masing-masing kemudian diterapkan ke dalam sistem komputerisasi. Pada bidang pertanian, Nurjayanti (2011) menggunakan *k-nearest neighbour* dalam mengidentifikasi daun shorea berdasarkan karakteristik morfologi daun dengan akurasi 100.00% dengan normalisasi data dan 84.00% tanpa normalisasi. Pada bidang budi daya perairan, Haslinda (2013) menggunakan *k-nearest neighbor* (KNN) dalam penentuan jenis budi daya ikan air tawar berdasarkan lokasi dan kualitas air Akurasi yang dihasilkan sebesar 97.41% dengan normalisasi data dan 96.85% tanpa normalisasi. Penelitian ini mengembangkan Sistem Pakar Identifikasi Varietas Ikan Mas (SPIVIM). Penelitian ini menggunakan KNN karena hasil dari penelitian Nurjayanti (2011) dan Haslinda (2013) menunjukkan bahwa akurasi yang didapatkan oleh sistem pakar mencapai lebih dari 80%.

Tujuan

Penelitian ini dilakukan untuk:

- 1 Merumuskan fakta dan pengetahuan identifikasi varietas ikan mas berdasarkan karakteristik morfologi dan tingkah laku, dan
- 2 Menerapkan metode KNN dalam identifikasi varietas ikan mas berdasarkan ciri morfologi dan tingkah laku.

Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada:

- 1 Identifikasi dilakukan berdasarkan ciri-ciri umum varietas ikan yang terlihat dari variabel biologis (morfologi) dan sifat (tingkah laku). Variabel biologis meliputi panjang dan tinggi badan ikan mas, warna sisik, ukuran sisik, dan mata, sedangkan variabel sifat meliputi orientasi berenang dan kecepatan gerakan.
- 2 Varietas ikan yang diidentifikasi adalah varietas ikan mas konsumsi terdahulu yang masih terjaga kemurniannya, yaitu ikan mas majalaya, ikan mas sinyonya, ikan mas punten, ikan mas karper kaca, ikan mas merah, dan ikan mas taiwan yang diuji berdasarkan karakteristik morfologi dan tingkah laku.
- 3 Metode inferensi menggunakan metode KNN.

- 4 Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari pakar dari Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, serta informasi tambahan dari Kepala Pelayanan Teknis, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar, Sempur, Bogor, bagian staf peneliti *Breeding* dan genetika dari Instalasi Riset Plasma Nutfah Perikanan Air Tawar Cijeruk Bogor. Selain itu, data diperoleh dari informasi yang didapat dari telaah pustaka.

Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat:

- membantu petani dalam mengenali varietas ikan mas konsumsi yang disukai di suatu daerah tertentu, karena di tiap daerah memiliki kesukaan karakteristik khas ikan mas yang berbeda,
- membantu *breeder* dalam menentukan induk ikan mas yang unggul untuk disilangkan, sehingga tetap terjaga kemurnian variabel biologis dan sifat-sifat yang diwarisi, dan membantu peneliti dalam memetakan pengetahuan berupa variabel biologis dan sifat-sifat ikan mas yang dikuasai seorang pakar dalam suatu sistem sehingga keilmuan pakar dalam hal identifikasi karakteristik varietas ikan mas tidak akan hilang atau punah.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian SPIVIM (Gambar 1) mengacu pada pembentukan sistem pakar yang dijelaskan Marimin (2005).

Identifikasi Masalah

Pengembangan sistem pakar dimulai dengan identifikasi bidang masalah yang akan dikaji serta tugas spesifik yang akan ditangani (Marimin 2005).

Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan digunakan sebagai alat untuk mengisi atau mendapatkan pengetahuan dan fakta (Marimin 2005) mengenai karakteristik identifikasi varietas ikan mas, serta aturan dan model yang diperlukan oleh sistem pakar identifikasi varietas ikan mas dari berbagai sumber.

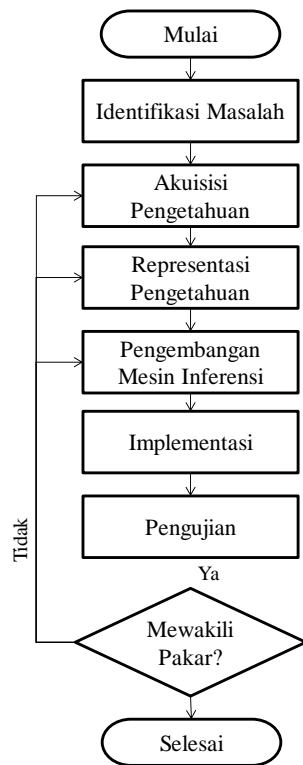
Representasi Pengetahuan

Pengetahuan yang diperoleh merupakan sumber kecerdasan sistem serta dimanfaatkan oleh mesin inferensi untuk mengambil keputusan dengan jenis penyajian pengetahuan direpresentasikan ke dalam suatu tabel keputusan.

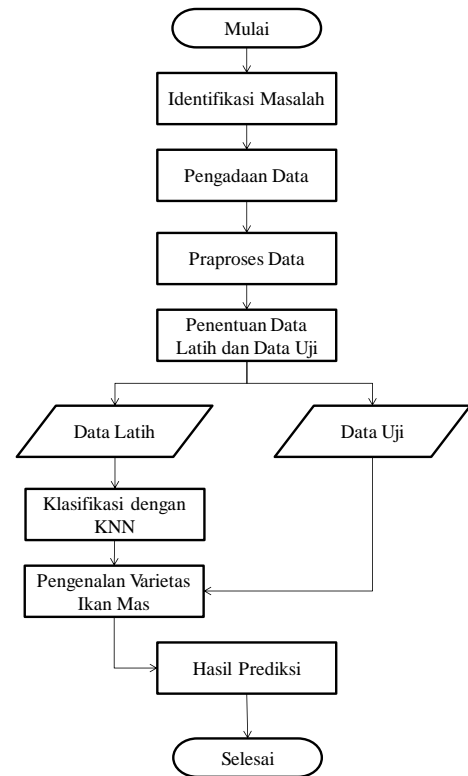
Pengembangan Mesin Inferensi

Sistem pakar identifikasi varietas ikan mas menerapkan metode klasifikasi KNN. Metode KNN terdiri atas beberapa tahap yang diilustrasikan pada Gambar 2.

- **Pengadaan Data**
Penelitian ini menggunakan beberapa variabel yang mencirikan bentuk morfologi dan tingkah laku ikan mas (Tabel 1). Variabel dalam penelitian ini mempunyai beberapa fitur dan diperoleh dengan cara melakukan wawancara langsung dengan pakar.
- **Praproses Data**
Pada tahap ini yaitu mempersiapkan data sebelum dilakukan pengolahan data, yaitu dengan mempersiapkan parameter-parameter yang sesuai dengan pengetahuan dan fakta ikan mas tiap varietas. Data dievaluasi sehingga terjadi perubahan dan pembuangan data valid maupun tidak valid berdasarkan justifikasi pakar dan kesesuaian pengetahuan dengan fakta. Selain itu, data yang bersifat ordinal akan diterjemahkan ke dalam bentuk angka.



Gambar 1 Metode penelitian sistem pakar identifikasi varietas ikan mas (*Crypinus carpio*)



Gambar 2 Tahapan metode KNN identifikasi varietas ikan mas (*Crypinus carpio*)

Tabel 1 Ciri morfologi dan tingkah laku ikan mas (*Crypinus carpio*)

Ciri Morfologi	Ciri Tingkah Laku
<p>Rasio panjang dan tinggi badan: Panjang, tinggi</p> <p>Warna sisik (tubuh atas dan bawah): hijau gelap, hijau keabu-abuan, hijau kekuningan, merah keemasan, kuning kemerahan, kuning, hitam, abu-abu, dan putih</p> <p>Ukuran sisik: Besar, normal</p> <p>Mata: Sipit, agak menonjol, normal</p>	<p>Berenang: Permukaan, tengah, dasar</p> <p>Gerakan: Cepat, lambat</p>

- Normalisasi

Pada perhitungan jarak Euclid, atribut berskala panjang dapat mempunyai pengaruh lebih besar daripada atribut berskala pendek. Untuk mencegah hal tersebut perlu dilakukan normalisasi terhadap nilai atribut (Larose 2005). Metode normalisasi yaitu *min-max normalization* yang diterapkan untuk parameter numerik. Formula untuk normalisasi ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$X^* = \frac{X - \min(X)}{\max(X) - \min(X)} \tag{1}$$

X^* adalah nilai setelah dinormalisasi, X adalah nilai sebelum dinormalisasi, $\min(X)$ adalah nilai minimum dari parameter, dan $\max(X)$ adalah nilai maksimum dari suatu parameter.

- Penentuan Data Latih dan Data Uji

Pada penelitian ini penentuan pembagian data latih dan data uji menggunakan metode *k-Fold Cross Validation* dengan nilai $k = 4$.

- Klasifikasi

Teknik klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu KNN. Jarak Euclid (Persamaan 2) digunakan untuk menentukan kemiripan antara data latih dan data uji. Kecocokan dilihat dari nilai jarak minimum.

$$d_i = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (2)$$

d_i : jarak sampel x_i : data uji y_i : data latih

Untuk data nominal, sebuah fungsi jarak nominal (*nominal distance*) digunakan untuk membandingkan nilai data latih dan data uji. Berikut pada Persamaan 3 merupakan rumus untuk menghitung jarak nominal (Larose 2005).

$$d_i = \begin{cases} 0, & \text{jika } x_i = y_i \\ 1, & \text{selainnya} \end{cases} \quad (3)$$

Jika data latih sama dengan data uji, jarak bernilai 0. Selainnya, jarak bernilai 1. Untuk menggabungkan kedua jarak tersebut, *aggregate* ketidaksamaan berat rata-rata dari jarak masing-masing fitur dilakukan dengan menggunakan Persamaan 4 (Teknomo 2006).

$$S_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n w_{ijk} \cdot s_{ijk}}{\sum_{k=1}^n w_{ijk}} \quad (4)$$

Dengan k merupakan variabel fitur, S_{ij} selisih data latih dan data uji, s_{ijk} merupakan kesamaan dan ketidaksamaan antara objek dengan w_{ijk} nilai pembobotan yang ditentukan oleh pakar Bapak Ir Irzal Effendi, MSi. Nilai pembobotan ini diberikan agar jarak fitur nominal tidak terlalu mendominasi hasil perhitungan.

- **Pengenalan Varietas Ikan Mas**
Pada tahap ini, KNN diaplikasikan terhadap data varietas ikan mas yang telah diproses. Pertama, jumlah tetangga terdekat (k) ditentukan. Setelah itu, kelas tetangga terdekat mayoritas digunakan sebagai nilai prediksi kelas data baru.
- **Hasil Prediksi**
Performa sistem akan diuji dengan menghitung akurasi. Akurasi merupakan proporsi jumlah prediksi yang tepat. Perhitungan akurasi terdapat pada Persamaan 5.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah prediksi yang tepat}}{\text{total prediksi}} \times 100\% \quad (5)$$

Implementasi

Implementasi perangkat disesuaikan dengan sistem yang akan digunakan pada identifikasi varietas ikan mas yaitu sistem berbasis web.

Pengujian

Tahap pengujian merupakan tahap sistem identifikasi varietas ikan mas akan diuji, guna mengetahui akurasi sistem, seperti kelengkapan, ketepatan, dan konsistensi pengetahuan identifikasi varietas ikan mas agar sistem pakar yang diperoleh dapat mewakili pengetahuan seorang pakar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Masalah

Persilangan antarvarietas ikan mas menyebabkan terbentuknya karakteristik baru hasil persilangan antarvarietas tersebut. Akibatnya, kemurnian generasi varietas ikan mas di masa yang akan datang lambat laun menjadi tidak terjaga.

Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan diperoleh dari proses wawancara dan kuesioner yang divalidasi oleh pakar. Berdasarkan hasil wawancara dan validasi, beberapa karakteristik yang digunakan dalam identifikasi varietas ikan mas diketahui, yaitu berdasarkan morfologi dan tingkah laku,

serta adanya parameter kunci identifikasi varietas ikan mas, yaitu pada karakteristik morfologi. Parameter kunci identifikasi merupakan ciri yang paling menentukan dalam identifikasi varietas ikan mas.

Representasi Pengetahuan

Pengetahuan yang diperoleh dari hasil akuisisi pengetahuan disajikan dalam bentuk tabel keputusan.

Pengembangan Mesin Inferensi

Metode pengembangan yang diterapkan pada sistem ini adalah metode KNN yang meliputi:

- **Pengadaan Data**
Varietas ikan mas yang akan diidentifikasi sebanyak 6 varietas ikan mas, yaitu ikan mas majalaya, ikan mas punten, ikan mas sinyonya, ikan mas kaca, ikan mas merah, dan ikan mas taiwan. Sebanyak 8 parameter identifikasi diperoleh. Enam di antaranya merupakan parameter *input* berdasarkan ciri morfologi dan tingkah laku. Parameter tersebut dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu: numerik, ordinal, dan nominal. Parameter numerik terdiri atas panjang dan tinggi ikan mas, ordinal terdiri atas orientasi berenang, dan nominal terdiri atas mata, warna sisik tubuh atas dan bawah, ukuran sisik, dan gerakan.
- **Praproses Data**
Parameter yang ada dilengkapi dengan data yang sesuai dengan ciri-ciri ikan mas. Data tersebut dievaluasi kebenarannya sehingga terjadi perubahan dan pembuangan data valid dan tidak valid berdasarkan justifikasi pakar. Dalam proses perhitungan dalam sistem maupun perhitungan manual, nilai atribut-atribut parameter ordinal diubah ke dalam bentuk angka. Pada parameter berenang, atribut dasar diberi nilai 0, tengah 0.5, dan permukaan 1. Sebanyak 6 data varietas ikan mas diperoleh dengan masing-masing varietas memiliki *record* sebanyak 80. Total keseluruhan *record* ialah sebanyak 480 *record*.
- **Min-Max Normalization**
Tahap normalisasi dilakukan sebelum proses pengolahan data yang bertujuan untuk menyamakan *range* antara 0-1 dengan menggunakan rumus *min-max normalization*. Nilai minimum dan maksimum diperoleh dari nilai minimum dan maksimum pada tiap parameter numerik. Sebagai contoh, parameter panjang memiliki nilai maksimum 50 dan nilai minimum 10. Contoh normalisasi untuk *record* pertama dengan nilai 13 berdasarkan rumus normalisasi ialah:

$$\frac{13-10}{50-10} = 0.075$$
- **Penentuan Data Latih dan Data Uji**
Pada penelitian ini penentuan pembagian data latih dan data uji menggunakan metode *k-Fold Cross Validation* dengan nilai $k = 4$. Data masing-masing kelas dibagi menjadi 4 subset sehingga setiap subset berisi 20 *record*. Percobaan pertama menggunakan 60 *record* sebagai data latih yang berisi *subset* 1, 2, dan 3. *Subset* 4 yang berisi 20 *record* dijadikan data uji, percobaan terus dilakukan hingga setiap *subset* pernah menjadi data uji (Tabel 2).
- **Klasifikasi**
 - ◆ **Nominal distance.** Setelah ditentukan data latih dan data uji, data tersebut akan diolah dan dihitung jarak antar keduanya. Parameter *input* yang bersifat nominal dihitung jaraknya dengan rumus *nominal distance* sesuai dengan Persamaan 3.
 - ◆ **Jarak Euclid.** Parameter numerik dan ordinal dihitung jaraknya dengan rumus jarak Euclid sesuai dengan Persamaan 2.
 - ◆ **Aggregate.** Proses perhitungan *aggregate* untuk 1 *input* data uji akan dibandingkan dengan seluruh data latih yang tersedia pada sistem sehingga menghasilkan 1 nilai yang selanjutnya akan diambil nilai *aggregate* terkecil sebanyak nilai k yang telah ditentukan

pada KNN. Rumus *aggregate* ditunjukkan pada Persamaan 4 dengan nilai pembobotan masing-masing parameter ditentukan oleh pakar (Tabel 3).

- Penentuan Varietas Ikan Mas dengan Metode Klasifikasi k-NN

Dari keseluruhan nilai *aggregate* yang diperoleh, selanjutnya penentuan nilai *k* tetangga terdekat 3, 5, dan 7 dalam metode KNN. Percobaan akan dilakukan sebanyak 4 kali untuk masing-masing nilai *k* yaitu untuk *subset* 1, 2, 3, dan 4. Perbandingan hasil akurasi percobaan tanpa normalisasi dan dengan normalisasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 2 Susunan data latih dan data uji

<i>Subset</i>	Data latih	Data uji
1	S2,S3,S4	S1
2	S1,S3,S4	S2
3	S1,S2,S4	S3
4	S1,S2,S3	S4

Tabel 3 Nilai pembobotan tiap parameter identifikasi varietas ikan mas (*Crypinus carpio*)

Parameter	Nilai pembobotan pakar
Panjang	0.50
Tinggi	0.50
Mata	0.25
Warna sisik tubuh bagian atas	0.75
Warna sisik tubuh bagian bawah	0.75
Ukuransisik	1.00
Berenang	0.25
Gerakan	0.25

Tabel 4 Akurasi (%) rata-rata tiap *K* percobaan tanpa normalisasi dan dengan normalisasi

<i>Subset</i>	<i>K</i> (tanpa normalisasi)			<i>K</i> (normalisasi)		
	3	5	7	3	5	7
1	93.33	93.33	92.50	96.67	95.00	95.00
2	95.83	90.83	88.33	97.50	96.67	95.83
3	95.00	91.67	89.17	100.00	100.00	100.00
4	94.17	88.33	88.33	100.00	100.00	100.00
Akurasi rata-rata	94.58	91.04	89.58	98.54	97.92	97.71

Implementasi

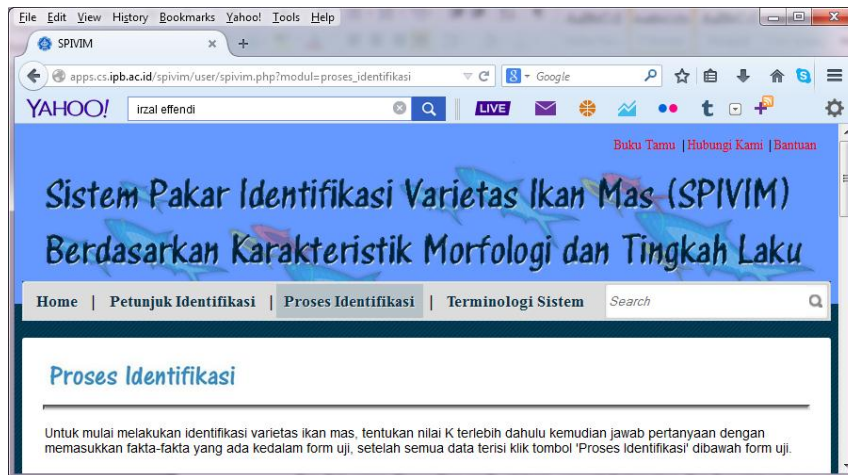
SPIVIM memiliki fasilitas 4 modul utama pengguna yang meliputi *Home*, Petunjuk Identifikasi, Proses Identifikasi, dan Terminologi Sistem. Di samping modul utama terdapat fasilitas pencarian (*search*) serta 3 modul tambahan, yaitu Buku Tamu, Hubungi Kami, dan Bantuan. SPIVIM dapat diakses pada alamat <http://apps.cs.ipb.ac.id/spivim>.

Modul Proses Identifikasi merupakan modul inti SPIVIM. Modul ini berisi *form* parameter yang mencirikan morfologi dan tingkah laku ikan mas yang akan dijawab oleh pengguna sesuai dengan jenis ikan mas yang dapat diidentifikasi. Sebelum menjawab parameter karakteristik morfologi dan tingkah laku ikan mas, pengguna memilih *k* tetangga terdekat yang akan digunakan 3, 5, atau 7. Jika pengguna tidak memilih atau lupa memilih, secara *default* SPIVIM akan menggunakan *k* tetangga terdekat yaitu 3. Antarmuka sistem dapat dilihat pada Gambar 3.

Validasi Pakar

Validasi sistem dilakukan dengan mengajukan kuesioner yaitu uji coba sistem kepada paka. Pengujian ini akan terus dilakukan jika hasil akurasi yang diperoleh belum mencapai

80%. Pengujian bertujuan untuk mengevaluasi kriteria-kriteria yang berkaitan dengan sistem dan data yang digunakan pada sistem, seperti ketepatan dan konsistensi pengetahuan pada hasil yang diperoleh.



Gambar 3 Antarmuka Sistem Pakar Identifikasi Varietas Ikan Mas (SPIVIM)

SIMPULAN

Dari beberapa percobaan yang telah dilakukan dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

- 1 Sistem pakar identifikasi varietas ikan mas berdasarkan ciri morfologi dan tingkah laku telah selesai dibuat setelah berhasil merumuskan fakta dan pengetahuan hasil akuisis pakar.
- 2 Metode KNN dapat diterapkan pada pengidentifikasian varietas ikan mas berdasarkan karakteristik morfologi dan tingkah laku.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, saran penulis untuk penelitian ini adalah sebagai berikut, yaitu:

- 1 Beberapa varietas ikan mas yang digunakan pada penelitian ini seperti ikan mas taiwan dan ikan mas punten merupakan varietas ikan mas yang sudah langka keberadaan genotip aslinya, karena saat ini ikan mas tersebut sudah mengalami perkawinan silang ikan mas antara varietas satu dengan varietas yang lain. Oleh karena itu, dapat dicoba dengan menerapkan varietas ikan mas lainnya yang sudah ada saat ini.
- 2 Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan mencoba identifikasi varietas ikan mas berdasarkan citra, sehingga perlu menambahkan beberapa parameter baru untuk penunjang identifikasi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Haslinda S. 2013. Sistem Pakar Penentuan Jenis Budidaya Ikan Air Tawar Berdasarkan Lokasi dan Kualitas Air. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Larose DT. 2005. *Discovering Knowledge in Data: an Introduction to Data Mining*. Hoboken (US): J Wiley.
- Marimin. 2005. *Teori dan Aplikasi Sistem Pakar dalam Teknologi Manajerial*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Nurjayanti B. 2011. Identifikasi *Shorea* menggunakan *k-nearest neighbour* berdasarkan karakteristik morfologi daun [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Teknomo K. 2006. Similarity measurement [Internet]. [diunduh 2012 Agu 8] Tersedia pada: <http://people.revoledu.com/kardi/tutorial/Similarity>.