

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu telah mengungkapkan bahwa faktor-faktor seperti kualitas dan kondisi wilayah memiliki dampak signifikan terhadap memperoleh hasil identifikasi jenis ikan air tawar. Selain itu, konsep identifikasi jenis ikan berdasarkan parameter lingkungan juga telah menjadi fokus dalam literatur, dengan penelitian sebelumnya menyoroti variasi hasil atau temuan terkait keterkaitan antara karakteristik air dan jenis ikan. Melalui pemahaman mendalam terhadap kerangka konseptual dan temuan-temuan yang sudah ada, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi hubungan antara kualitas air dan kondisi wilayah dalam konteks identifikasi jenis ikan air tawar. Penelitian ini diharapkan dapat menyumbangkan pemahaman tambahan terkait metode identifikasi yang efektif dan berkelanjutan untuk mendukung konservasi ikan dan pengelolaan sumber daya perairan. Berikut adalah penelitian terdahulu yang menjadi rujukan dalam melakukan penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu Terkait Implementasi Sistem Cerdas Bidang Perikanan

Peneliti	Kajian	Metode	Hasil
Sihotang (2018)	Penentuan kualitas air	Metode <i>Fuzzy SAW</i>	Memiliki akurasi pengujian pertama yang diperoleh adalah 87% dan pengujian kedua sebesar 100%
Pujiharsono & Kurnianto (2020)	Menentukan tingkat kualitas air	Metode FIS Mamdani	Hasil pengujian menggunakan metode FIS Mamdani memiliki akurasi sebesar 89,92%
Rohmat <i>et al.</i> (2021)	Penentuan jenis budidaya ikan air tawar	Metode <i>Forward Chaining</i>	Mengembangkan sistem identifikasi jenis ikan yang sesuai dengan lokasi dan kualitas air
Pradhana <i>et al.</i> (2021)	Sistem kendali kualitas air	Metode Jaringan Syaraf Tiruan	Hasil yang didapatkan memperoleh tingkat akurasi sebesar 87,4%
Fahmi <i>et al.</i> (2021)	Diagnosa penyakit ikan cupang	Metode <i>Forward Chaining</i>	Mengembangkan sistem diagnosa penyakit ikan cupang

Tabel 2.1 Lanjutan

Kristiantya <i>et al.</i> (2022)	Kontrol dan Monitoring Kualitas Air	Metode <i>Logika Fuzzy</i>	Memperoleh hasil menggunakan metode <i>fuzzy</i> model Sugeno mendapatkan nilai dengan rata-rata kesalahan sebesar 3,92%
Firmansyah <i>et al.</i> (2022)	Monitoring dan Klasifikasi Kualitas Air	Metode Algoritma <i>Naïve Bayes</i>	Hasil diperoleh menggunakan metode algoritma <i>naïve bayes</i> dengan tingkat akurasi sebesar 70%
Fersi <i>et al.</i> (2022)	Penyakit Pada Ikan Arwana	Metode <i>Certainty Factor</i>	Memberikan tingkat akurasi sebesar 70% untuk kesesuaian gejala dan 30% untuk ketidakcocokan gejala
Riyanto <i>et al.</i> (2022)	Diagnosa penyakit ikan lele	Metode <i>Forward Chaining</i>	Mengembangkan sistem diagnosa penyakit ikan lele
Yang diusulkan	Identifikasi jenis ikan air tawar	Metode <i>Certainty Factor</i>	Mengembangkan sistem identifikasi jenis ikan air tawar yang sesuai dengan kualitas air dan kondisi wilayah

Berdasarkan Tabel 2.1 penelitian terdahulu dari Sihotang, (2018) melakukan penelitian mengenai penentuan kualitas air untuk perkembangan ikan lele sangkuriang dengan menggunakan metode *Fuzzy Simple Additive Weighting* (SAW). Penelitian ini melakukan dua pengujian dengan menggunakan enam kriteria kualitas air meliputi suhu, pH, kadar oksigen terlarut, kecerahan, kadar plankton, dan bau. Hasil yang didapatkan pada pengujian pertama menunjukkan tingkat akurasi sebesar 87% dan pengujian kedua menunjukkan tingkat akurasi sebesar 100%.

Pada tahun 2020, Pujiharsono dan Kurnianto, (2020) melakukan penelitian menggunakan metode algoritma *Fuzzy Inference System* (FIS) pada pengujian tingkat kualitas air kolam bioflok untuk budidaya ikan lele. Metode ini menggunakan parameter kualitas air yang meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut. Hasil pada penelitian ini menunjukkan tiga kategori kondisi yaitu kondisi ikan hidup normal, pertumbuhan terhambat, dan kondisi ikan mati, dengan tingkat akurasi mencapai 89,29%.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Rohmat *et al.* (2021) yang menyajikan penelitian penentuan jenis budidaya ikan air tawar berdasarkan lokasi dan kualitas

air. Pada penelitian ini telah dibuat sistem pakar berbasis *rule based system* menggunakan metode *forward chaining*. Hasil dari penelitian ini yaitu berhasil mengembangkan sistem untuk mengidentifikasi jenis ikan yang sesuai dengan fakta atau pernyataan yang dipilih, serta menyediakan solusi untuk penanganan dan pemeliharaan budidaya ikan air tawar.

Penelitian terdahulu mengenai sistem kendali kualitas air kolam ikan nila dilakukan oleh Pradhana *et al.* (2021). Penelitian ini merancang sebuah sistem untuk mengontrol kualitas air pada kolam ikan nila. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah jaringan saraf tiruan karena mampu memperkirakan durasi operasional pompa air serta membentuk pola pengetahuan. Data yang dikumpulkan diproses menggunakan Arduino UNO untuk komputasi data. Hasil penelitian menunjukkan tingkat akurasi sebesar 87,4% dengan waktu komputasi 3,29 detik.

Fahmi *et al.* (2021) melakukan penelitian menggunakan metode *forward chaining* untuk mendiagnosa penyakit ikan cupang. Metode *forward chaining* digunakan para peternak ikan cupang agar lebih cepat dan akurat dalam mendeteksi penyakit ikan cupang, serta menggabungkan sistem pakar untuk memberikan solusi terhadap ikan cupang agar peternak dapat memperoleh hasil yang memuaskan. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa *forward chaining* mampu memberikan daignosa penyakit serta solusinya berdasarkan fakta-fakta mengenai gejalanya.

Penelitian terdahulu mengenai sistem kontrol untuk memonitor kualitas air di dalam kolam ikan air tawar oleh Kristiantya *et al.* (2022). Penelitian ini membandingkan dua sensor parameter kualitas air yaitu sensor suhu dan sensor ammonia untuk diolah dalam mikrokontroler dengan menggunakan metode *Fuzzy*. Penggunaan metode *Fuzzy* pada penelitian ini karena sebagai kontrol dan memberikan keputusan pada sistem untuk menjaga kualitas air. Hasil penelitian ini membandingkan hasil keluaran dari program untuk mendapatkan hasil yang baik dengan nilai rata-rata kesalahan sebesar 3,9.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Firmansyah *et al.* (2022) membahas tentang sistem monitoring dan klasifikasi kualitas air akuarium ikan mas koki.

Penelitian ini melakukan monitoring menggunakan tiga sensor yaitu sensor *turbidity*, sensor pH, dan sensor mq135. Metode ini menggunakan metode algoritma *naïve bayes*. Hasilnya menunjukkan klasifikasi metode algoritma *naïve bayes* dengan akurasi sebesar 70%.

Fersi *et al.* (2022) melakukan penelitian tentang penyakit pada ikan arwana dengan menggunakan metode *certainty factor*. Penelitian ini mengembangkan sistem untuk membantu pembudidaya ikan dalam mendiagnosis penyakit serta memberikan solusi terhadap masalah kesehatan ikan. Hasil penelitian sistem ini memberikan tingkat akurasi sebesar 70% untuk kesesuaian gejala dan 30% untuk ketidakcocokan gejala pada ikan arwana.

Penelitian sebelumnya Riyanto *et al.* (2022) membahas tentang metode *forward chaining* sebagai pengambilan keputusan diagnosa penyakit pada ikan lele. Metode ini memberikan uraian mengenai diagnosis, pencegahan, dan pengobatan yang harus ditindaklanjuti.

Berdasarkan uraian yang telah dijabarkan terdapat berbagai penelitian terdahulu mengenai sistem pakar dan berbagai metode yang bervariasi yang telah dilakukan penelitian-penelitian sebelumnya. Pada penelitian kali ini, menggunakan metode yang berbeda, yaitu metode *certainty factor*. Penggunaan metode ini membawa manfaat dan mendukung proses penelitian. Selain itu, metode ini bermanfaat sebagai alat edukasi untuk meningkatkan kesadaran dan pemahaman masyarakat terkait pentingnya kualitas air dan kondisi wilayah bagi keberhasilan budidaya ikan.

B. Landasan Teori

1. Sistem Pakar

Sistem pakar atau *Expert System* merupakan sistem kecerdasan buatan yang dirancang untuk menyamai kemampuan pengambilan keputusan atau pemecahan masalah (Rosnelly, 2012). Sistem pakar menggunakan pengetahuan yang diperoleh dari ahli atau pakar dalam suatu bidang spesifik untuk memecahkan masalah. Pada sistem ini orang awam pun, bisa menyelesaikan masalah yang cukup rumit yang sebenarnya hanya dapat

diselesaikan dengan para ahli. Pakar memiliki pengetahuan yang bersifat khusus dalam suatu domain masalah tertentu. Domain masalah ini mencakup bidang-bidang spesifik seperti kedokteran atau pengobatan (*medicine*), keuangan (*finance*), rekayasa(*engineering*), dan lainnya. Pengetahuan yang dimiliki oleh pakar ini digunakan untuk menyelesaikan masalah yang spesifik dalam domain pengetahuan (*knowledge domain*).

2. *Certainty Factor*

Faktor kepastian atau *certainty factor* merupakan suatu metode atau algoritma yang digunakan dalam sistem pakar untuk menyatakan tingkat keyakinan terhadap fakta atau aturan (Marlinda, 2021). Aturan metode *certainty factor* mencakup berbagai prinsip, seperti aturan pengandaan yang menetapkan nilai *certainty factor* (CF) untuk setiap aturan berdasarkan tingkat keyakinan terhadap suatu kondisi atau hipotesis. Aturan penarikan kesimpulan digunakan untuk menyusun aturan-aturan dan fakta-fakta guna menarik kesimpulan atau menghitung nilai CF dari suatu hipotesis. Sementara aturan normalisasi membantu menormalkan nilai-nilai CF agar berada dalam rentang [-1, 1]. Aturan kombinasi hipotesis dan aturan kombinasi bukti digunakan untuk menggabungkan hipotesis serta bukti-bukti yang saling terkait, sehingga menghasilkan keyakinan total terhadap suatu hipotesis.

Nilai bobot atau tingkat keyakinan dalam *certainty factor* biasanya diambil dari nilai bobot *user* dan nilai bobot pakar. Nilai bobot *user* adalah tingkat keyakinan yang diberikan oleh pengguna atau sistem berdasarkan informasi yang diberikan atau pengalaman yang dimiliki pengguna. Sedangkan nilai bobot pakar adalah tingkat keyakinan yang diberikan oleh pakar atau sistem berdasarkan pengetahuan atau keahlian yang dimiliki oleh pakar (Sutojo *et al.*, 2011). Pada penelitian ini, data diambil dari data sekunder atau data yang sudah pernah untuk penelitian. Data-data yang dikumpulkan meliputi fakta hasil identifikasi dan fakta yang berhasil dikumpulkan pada penelitian sebelumnya. Secara umum, ada 2 cara perhitungan CF dapat dijelaskan kedalam metode ‘Net Belief’ yang

diusulkan oleh E.H. Shortliffe dan B.G Bunchanan (Sutojo *et al.*, 2011) sebagai berikut:

- a. Menggunakan metode ‘*Net Belief*’ yang diusulkan oleh E.H. Shortliffe dan B.G Bunchanan yang ditunjukkan pada persamaan (1-3):

$$CF (Rule) = MB(H, E) - MD(H, E) \dots \dots \dots (1)$$

$$MB(H|E) = \begin{cases} 1 & ; P(H) = 1 \\ \frac{\max[P(H|E), P(H)] - P(H)}{\max[1, 0] - P(H)} & ; \text{lainnya} \end{cases} \dots \dots \dots (2)$$

$$MD(H|E) = \begin{cases} 1 & ; P(H) = 1 \\ \frac{\min[P(H|E), P(H)] - P(H)}{\min [1, 0] - P(H)} & ; \text{lainnya} \end{cases} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

CF (Rule) : Faktor kepastian

MB(H,E) : *measure of belief* (ukuran kepercayaan) terhadap hipotesis H, jika diberikan *evidence* E (antara 0 dan 1)

MD(H,E) : *measure of disbelief* (ukuran ketidakpercayaan) terhadap hipotesis H, jika diberikan *evidence* E (antara 0 dan 1)

P(H) : Probabilitas kebenaran hipotesa H

P(H|E) : Probabilitas bahwa H benar karena fakta E

- b. Menggunakan hasil dari wawancara dengan pakar dan *user*. Nilai CF(Rule) serta bobot dari masing-masing fakta didapat dari interpretasi istilah dari pakar dan *user* menjadi nilai CF serta bobot tertentu, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Nilai Kepastian Certainty Factor

Tingkat Keyakinan	CF
<i>Definitely not</i> (pasti tidak)	-1,0
<i>Almost certainly not</i> (hampir pasti tidak)	-0,8
<i>Probably not</i> (kemungkinan besar tidak)	-0,6
<i>Maybe not</i> (mungkin tidak)	-0,4
<i>Unknown</i> (tidak tahu)	-0,2 s.d 0,2
<i>Maybe</i> (mungkin)	0,4
<i>Probably</i> (kemungkinan besar)	0,6
<i>Almost certainly</i> (hampir pasti)	0,8
<i>Definetely</i> (pasti)	1,0

Pakar :

Jika pernafasan cepat dan luka pada kulit, maka ‘hampir dipastikan’ (*Almostcertainly*) penyakitnya adalah *tetelo*.

Rule : IF (pernafasan cepat **AND** luka pada kulit) **THEN** penyakit *tetelo* (CF = 0.8)

Perhitungan Certainty Factor Gabungan

Secara umum, *rule* dipresentasikan dalam bentuk sebagai berikut (Sutojo *et al.*, 2011):

IF E1 **AND** E2... .. **AND** En **THEN** H (CF Rule)

Atau

IF E1 **OR** E2... .. **OR** En **THEN** H (CF Rule)

Di mana:

E1,... En : Fakta-fakta (*evidence*) yang ada

H : Hipotesis atau konklusi yang dihasilkan

CF Rule : Tingkat keyakinan terjadinya hipotesis H akibat adanya fakta-fakta E1...En

1) *Rule* dengan *evidence* E tunggal dan hipotesis H tunggal, dapat dilihat pada persamaan (4)

IF E **THEN** H (CF rule)

$$CF(H,E) = CF(E) \times CF(Rule) \dots\dots\dots(4)$$

Catatan : nilai *CF rule* ditentukan oleh pakar, sedangkan nilai *CF(E)* ditentukan oleh pengguna saat berkonsultasi dengan sistem pakar.

2) *Rule* dengan *evidence* E ganda dan hipotesa H tunggal, ditunjukkan pada persamaan (5) dan (6).

IF E1 AND E2... .. AND En THEN H (CF Rule)

$$CF(H,E) = \min[CF(E1), CF(E2), \dots, CF(En) \times CF(rule) \dots \dots \dots (5)$$

IF E1 OR E2... .. OR En THEN H (CF Rule)

$$CF(H,E) = \max[CF(E1), CF(E2), \dots, CF(En) \times CF(rule) \dots \dots \dots (6)$$

3) Kombinasi dua buah *rule* dengan *evidence* berbeda (E1 dan E2), tetapi hipotesis sama. Dapat dilihat di persamaan (7)

IF E1 THEN H <Rule 1>

$$CF1 = CF(H, E1) = C(E1) \times CF(Rule1)$$

IF E2 THEN H <Rule 2>

$$CF2 = CF(H, E2) = C(E2) \times CF(Rule2)$$

$$CF(CF1, CF2) = \begin{cases} CF1 + CF2(1 - CF1) & ; \text{Jika } CF1 > 0 \text{ dan } CF2 > 0 \text{ (Keduanya Positif)} \\ \frac{CF1+CF2}{1-\min[|CF1|,|CF2|]} & ; \text{Jika } CF1 < 0 \text{ dan } CF2 < 0 \text{ (Salah Satu Negatif)} \\ CF1 + CF2(1 + CF1) & ; \text{Jika } CF1 < 0 \text{ dan } CF2 < 0 \text{ (Keduanya Negatif)} \end{cases} \dots (7)$$

Contoh 1 :

Seandainya seorang pakar penyakit ikan menyatakan bahwa probabilitas ikan berpenyakit *septicemia* adalah 0,02. Dari data lapangan menunjukkan bahwa dari 100 ikan penderita penyakit *septicemia*, 40 ikan memiliki gejala perubahan warna kulit dan sirip. Dengan menganggap H = *Septicemia* dan E = Perubahan Warna Kulit dan Sirip, maka faktor kepastian bahwa *septicemia* disebabkan oleh adanya perubahan warna kulit dan sirip adalah

Rule menggunakan persamaan (1)

$$P(Septicemia) = 0.02$$

$$P(Septicemia | Perubahan Warna Kulit dan Sirip) = 40/100 = 0.4.$$

Nilai *MB(H|E)* menggunakan persamaan (2) sebagai berikut:

$$MB(H|E) = \frac{\max[P(H|E), P(H)] - P(H)}{\max[1,0] - P(H)}$$

$$= \frac{\max[0.4; 0.02] - 0.02}{1 - 0.02} = \frac{0.4 - 0.02}{1 - 0.02} = 0.39$$

Nilai $MD(H|E)$ menggunakan persamaan (3) sebagai berikut:

$$MD(H|E) = \frac{\min[P(H|E), P(H)] - P(H)}{\min[1,0] - P(H)}$$

$$= \frac{\min[0.4; 0.02] - 0.02}{0 - 0.02} = \frac{0.02 - 0.02}{-0.02} = 0$$

$$CF(\text{Rule}) = MB(H, E) - MD(H, E)$$

$$CF = 0.39 - 0 = 0.39$$

Rule : **IF** (Gejala = Perubahan Warna Kulit dan Sirip) **THEN** Penyakit = *Septicemia*

(CF = 0.39)

Contoh 2 :

Rule menggunakan persamaan (4)

IF gejala jamur (CF = 0,4) **THEN** penyakit jamur (CF = 0,6)

$$CF(\text{gejala jamur, penyakit jamur}) = 0.4 \times 0.6 = 0.24$$

Artinya jika disebabkan jamur, tingkat kepastian terjadi penyakit jamur adalah 0.24

Contoh 3 :

Rule menggunakan persamaan (5)

IF muncul bintik putih (CF = 0.4) **AND** pernafasan cepat (CF = 0.2)

AND kehilangan nafsu makan (CF = 0.7)

THEN penyakit = *Ichthyophthiriasis* (CF = 0.3)

$$CF(\text{TBC, muncul bintik putih} \cap \text{pernafasan cepat} \cap \text{kehilangan nafsu makan}) = \min[0.4; 0.2; 0.7] \times 0.3 = 0.2 \times 0.3 = 0.006$$

Artinya, jika gejala muncul bintik putih dan pernafasan cepat dan kehilangan nafsu makan, maka tingkat kepastian terkena penyakit *Ichthyophthiriasi* adalah 0.06.

Contoh 4 :

Rule menggunakan persamaan (6)

IF muncul bintik putih (CF = 0.4) **OR** pernafasan cepat (CF = 0.2) **OR**

kehilangan nafsu makan (CF = 0.7)

THEN penyakit = *Ichthyophthiriasi* (CF = 0.3)

CF (*Ichthyophthiriasi*, muncul bintik putih U pernafasan cepat U kehilangan nafsu makan) = $\max[0.4;0.2;0.7] \times 0.3 = 0.7 \times 0.3 = 0.21$
 Artinya, jika muncul bintik putih atau pernafasan cepat atau kehilangan nafsu makan, maka tingkat kepastian terkena penyakit *Ichthyophthiriasi* adalah 0.21.

Contoh 5 :

Rule 1 : **IF** luka insang **THEN** penyakit = *Aeromonas Infection* (CF = 0.8)

Rule 2 : **IF** pembengkakan **THEN** penyakit = *Aeromonas Infection* (CF = 0.6)

Hitung CF gabungan jika:

- a) CF(luka insang) = 1 dan CF(pembengkakan) = 1
- b) CF(luka insang) = 1 dan CF(pembengkakan) = -1
- c) CF(luka insang) = -1 dan CF(pembengkakan) = -1

Rule menggunakan persamaan (7)

a) $CF_1 = C(\text{luka insang}) \times CF(\text{Rule1}) = 1 \times 0.8 = 0.8$

$CF_2 = C(\text{pembengkakan}) \times CF(\text{Rule2}) = 1 \times 0.6 = 0.6$

$CF = CF_1 + CF_2 (1 - CF_1)$

$= 0.8 + 0.6 (1 - 0.8)$

$= 0.92$

b) $CF_1 = C(\text{luka insang}) \times CF(\text{Rule1}) = 1 \times 0.8 = 0.8$

$CF_2 = C(\text{pembengkakan}) \times CF(\text{Rule2}) = -1 \times 0.6 = -0.6$

$CF = \frac{CF_1+CF_2}{1-\min[|CF_1|,|CF_2|]} = \frac{0.8-0.6}{1-\min [0.8;0.6]} = \frac{0.2}{1-0.6} = 0.5$

c) $CF_1 = C(\text{luka insang}) \times CF(\text{Rule1}) = -1 \times 0.8 = -0.8$

$CF_2 = C(\text{pembengkakan}) \times CF(\text{Rule2}) = -1 \times 0.6 = -0.6$

$CF = CF_1 + CF_2 (1 - CF_1)$

$= -0.8 - 0.6 (1 - 0.8) = -0.92$

3. Ikan Air Tawar

Ikan air tawar adalah jenis ikan yang sebagian besar hidupnya berada di lingkungan air tawar. Air tawar dalam konteks ini merujuk pada sungai

atau danau dengan salinitas air sebesar 0,05% (Anggraeni *et al.*, 2015). Beberapa ragam ikan air tawar yang digunakan dalam penelitian ini adalah (Abdi, 2023):

a. Ikan Lele (*Clarias Gariepinus*)

Lele merupakan salah satu jenis ikan yang paling mudah untuk dibudidayakan. Ikan lele dapat ditemukan di perairan tawar seperti sungai, danau, rawa, serta kolam budidaya. Ciri khas ikan lele adalah tubuhnya yang licin, agak pipih memanjang, serta memiliki "kumis" panjang yang mencuat dari sekitar mulutnya. Lele termasuk ikan omnivora yang mengonsumsi berbagai jenis makanan, termasuk plankton, serangga, dan bahan organik lainnya. Ikan lele bisa dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Ikan Lele

b. Ikan Gurame (*Osphronemus Gouramy*)

Gurame atau *Osphronemus Goramy* adalah jenis ikan air tawar yang berasal dari Asia Tenggara, khususnya Indonesia, Malaysia, dan Thailand. Ikan gurame seringkali dijadikan sebagai peliharaan di kolam atau akuarium. Ikan ini dikenal dengan bentuk tubuhnya yang pipih dan lebar serta warna yang bervariasi dari silver hingga hijau keemasan. Ikan gurame bisa dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Ikan Gurame

c. Ikan Nila (*Tilapia Niloticus*)

Ikan nila merupakan spesies ikan air tawar yang asalnya dari Afrika, namun saat ini telah banyak dibudidayakan di berbagai wilayah dunia, termasuk Asia Tenggara. Secara morfologi, ikan ini memiliki kesamaan dengan ikan mujair. Ikan nila sering dipilih untuk budidaya karena kecepatan pertumbuhannya yang tinggi serta kemampuannya beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan. Karakteristik utama ikan nila meliputi tubuh yang pipih, sirip punggung yang panjang, dan variasi warna tubuh yang mencakup kombinasi putih, abu-abu, dan merah. Ikan nila bisa dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Ikan Nila

d. Ikan Patin (*Hypophthalmus*)

Ikan patin memiliki kemiripan morfologis dan tekstur daging dengan ikan lele. Spesies ikan air tawar ini dikenal memiliki kandungan vitamin

yang cukup tinggi. Ciri khas ikan patin mencakup tubuh yang pipih, kepala yang datar, dan sirip ekor yang memanjang. Kulit ikan ini dilapisi oleh sisik halus dengan warna tubuh cenderung keabu-abuan atau hitam. Ikan patin bisa dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Ikan Patin

e. **Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*)**

Ikan mas memiliki beberapa jenis yang dikategorikan sebagai ikan hias. Ikan mas memiliki beragam warna yang cerah dan menarik. Warna dasar umumnya adalah oranye atau kuning, tetapi melalui seleksi dan pembiakan, telah dikembangkan berbagai varietas yang memiliki warna yang berbeda, termasuk putih, merah, dan hitam. Ciri fisiknya yakni memiliki tubuh yang tegak pipih dengan sisik yang normal dan siripnya yang memanjang. Ikan mas bisa dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Ikan Mas

f. Ikan Gabus (*Channa Striata*)

Ikan gabus memiliki bentuk tubuh yang cukup besar dan agak memanjang. Habitat hidupnya kebanyakan ada di sungai, rawa, dan danau. Ikan ini memiliki ciri fisik yakni kepalanya yang mirip dengan ular. Ukuran ikan gabus dapat bervariasi tergantung pada spesiesnya. Beberapa spesies ikan gabus dapat mencapai ukuran yang besar, sedangkan yang lain mungkin lebih kecil. Ikan gabus bisa dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Ikan Gabus

g. Ikan Mujair (*Oreochromis Massambicus*)

Mujair adalah spesies ikan budidaya yang dapat berkembang di habitat air tawar maupun air payau. Ikan mujair umumnya memiliki warna tubuh yang cerah dan menarik serta morfologi tubuh yang aerodinamis, yang mendukung kemampuannya untuk berenang dengan efisien di perairan tawar. Ikan mujair termasuk dalam kategori ikan invasif, dengan kemampuan populasi yang dapat meningkat secara signifikan dalam waktu singkat. Ini sebabnya mujair sangat sering dibudidayakan. Ikan mujair bisa dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Ikan Mujair

h. Ikan Bawal (*Colossoma Macropomum*)

Ikan bawal memiliki morfologi yang mirip dengan ikan piranha, dengan tubuh yang berbentuk agak bulat dan pipih. Sisik ikan ini kecil, kepala berbentuk hampir bulat, dan lubang hidungnya besar. Sirip dada terletak di bawah tutup insang, dan terdapat pemisahan yang jelas antara sirip perut dan sirip dubur. Warna punggung ikan bawal adalah abu-abu tua, sedangkan bagian perutnya berwarna putih abu-abu dan merah. Ikan bawal menunjukkan pertumbuhan yang relatif cepat dibandingkan dengan beberapa spesies ikan air tawar lainnya. Ikan bawal bisa dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Ikan Bawal

i. Ikan Wader (*Barbodes Binotatus*)

Wader merupakan kategori ikan yang memiliki dimensi kecil, dengan panjang tubuh umumnya sekitar 10 cm dan berat sekitar 10 gram. Secara alami, ikan wader mendiami parit-parit dengan air yang jernih dan

mengalir, saluran irigasi, lahan sawah, sungai kecil hingga ke tepian danau atau waduk. Ciri khas utama ikan wader adalah paruh panjang yang digunakan untuk mencari makan di lumpur atau pasir. Meskipun habitat aslinya beragam, tidak jarang ikan wader juga menjadi objek budidaya. Ikan wader bisa dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Ikan Wader

j. Ikan Tawes (*Barbonymus Gonionotus*)

Tawes merupakan jenis ikan air tawar yang termasuk dalam keluarga *Cyprinidae*. Sejak abad ke-19, ikan ini telah berhasil dibudidayakan di berbagai kolam. Di habitat aslinya, tawes dapat ditemui di berbagai lingkungan perairan, seperti jaringan sungai dan anak sungai, dataran banjir, bahkan hingga ke waduk. Tubuh ikan tawes umumnya ramping dan berkecepatan tinggi. Ikan tawes cenderung memiliki warna yang cerah dan menarik. Sisik ikan tawes memiliki kemampuan untuk bersinar atau berkilau di bawah sinar matahari, memberikan efek visual yang menarik. Ikan tawes bisa dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Ikan Tawes

k. Ikan Nilem (*Osteochilus Vittatus*)

Nilem, yang juga disebut sebagai nilem mangut atau melem, adalah spesies ikan budidaya yang cenderung bersifat herbivora. Ikan ini banyak ditemukan di perairan Asia Tenggara dan menjadi salah satu objek budidaya yang umum di Pulau Jawa, khususnya di wilayah Jawa Barat. Kepala ikan nilem dapat memiliki bentuk yang lancip, dan mulutnya relatif besar. Panjang dan berat ikan nilem dapat bervariasi tergantung pada umur dan kondisi individu. Bagian perut ikan nilem cenderung memiliki warna yang lebih terang dibandingkan dengan bagian atas tubuh. Ini dapat berfungsi sebagai mekanisme perlindungan dari predator di bawah. Biasanya, nilem dibudidayakan sebagai produk tambahan dalam kolam-kolam pemeliharaan ikan seperti mas, nila, atau gurame. Ikan nilem bisa dilihat pada Gambar 2.11



Gambar 2.11 Ikan Nilem

4. Kualitas Air

Kualitas air adalah kondisi dan karakteristik fisik, kimia, dan biologis suatu perairan yang diukur berdasarkan standar kelayakan untuk memenuhi persyaratan tertentu, seperti keperluan perikanan, pertanian, air minum, keperluan industri, rumah sakit, dan sektor-sektor lainnya. Pada pemeliharaan ikan, sumber air yang optimal harus memenuhi standar kualitas air yang mencakup berbagai aspek fisik dan kimia, seperti suhu, pH, tingkat kekeruhan, dan tingkat oksigen terlarut (DO), dan lain sebagainya. Kualitas air memiliki peran yang sangat signifikan dalam keberhasilan usaha budidaya. Tingkat kualitas air yang tinggi atau rendah dapat memiliki dampak yang serius terhadap pertumbuhan ikan (Hertika *et al.*, 2022). Berikut adalah beberapa parameter yang umumnya diukur :

a. Suhu

Suhu air adalah faktor abiotik yang memegang peranan penting bagi kehidupan organisme perairan. Suhu air memiliki pengaruh untuk kehidupan ikan seperti, aktivitas tubuh (Koniyo, 2020), berkembang biak, metabolisme ikan dan tingkah laku saat pemijahan. Manfaat pokok suhu air dalam perikanan adalah untuk menilai pola pergerakan dan pertumbuhan populasi ikan dengan menggunakan suhu sebagai indikator utama keorganisasian dalam lingkungan perairan.

b. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) dalam suatu medium air mencerminkan proporsi ion H⁺ yang mengekspresikan keseimbangan antara komponen asam dan basa (Scabra & Setyowati, 2019). Kandungan pH yang melampaui 10 dapat menyebabkan kematian pada ikan, sedangkan nilai pH di bawah 5 dapat menghambat pertumbuhan ikan. Derajat keasaman (pH) memiliki dampak yang penting dalam sejumlah proses kimia dan biologis, termasuk di dalam ekosistem air tawar di mana ikan berada.

c. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut atau sering disebut *Dissolved Oxygen* yaitu sumber kehidupan untuk makhluk hidup didalam air. Oksigen terlarut

mempunyai peran penting bagi kehidupan ikan dan sebagai proses pernapasan untuk menghasilkan energi melalui pertukaran zat dalam proses pertumbuhan dan perkembangbiakan (Yuliantari *et al.*, 2021).

d. *Total Dissolved Suspended* (TDS)

TDS adalah singkatan dari “*Total Dissolved Solids*” (Padatan Tersuspensi Total). TDS adalah parameter yang menunjukkan jumlah partikel atau zat, baik itu senyawa organik maupun non-organik yang larut di dalam air. Semakin tinggi kadar padatan terlarut yang ada di air maka semakin keruh air tersebut (Rahman *et al.*, 2020). Pengukuran TDS umumnya digunakan sebagai petunjuk untuk mengevaluasi tingkat kebersihan atau mutu air. Jumlah TDS yang paling tinggi yang terlarut dalam air dapat memengaruhi cita rasa, warna, dan kejernihan air.

e. Amonia

Amonia merupakan racun pada perairan yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan insang dan menurunkan kemampuan darah dalam mengangkut oksigen (Boyd, 1982). Amonia dihasilkan melalui berbagai proses biologis, termasuk dekomposisi bahan organik, ekskresi ikan, dan aktivitas mikroorganisme dalam air. Amonia dapat menjadi masalah serius dalam akuakultur dan lingkungan akuatik jika kadarnya meningkat secara signifikan.

5. Kondisi wilayah

Kondisi wilayah untuk jenis ikan air tawar merujuk pada sejumlah faktor lingkungan yang mempengaruhi kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan kesejahteraan ikan yang hidup di perairan tawar. Keadaan lingkungan secara menyeluruh, termasuk faktor-faktor seperti suhu udara, pola curah hujan, dan perubahan iklim, memiliki peran krusial dalam membentuk kondisi wilayah bagi ikan air tawar. Pencemaran air yang berasal dari limbah industri atau pemukiman dapat berdampak negatif pada kesehatan ikan. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam mengenai elemen-elemen tersebut menjadi kunci dalam mengembangkan strategi konservasi dan manajemen

perikanan yang berkelanjutan, dengan tujuan untuk menjaga kelangsungan hidup ikan air tawar dan ekosistem perairan tawar secara menyeluruh.

a) Suhu Udara

Peningkatan suhu udara mengganggu aktivitas ikan di lingkungan tersebut dan menyebabkan ketidaknyamanan bagi kehidupan ikan (Widiyanto & Kurnia, 2020). Sama seperti manusia, ikan juga cenderung mengalami penurunan produktivitas saat terpapar pada suhu udara yang terlalu tinggi atau terlalu rendah. Kondisi optimal suhu udara sangat penting untuk memastikan produktivitas mereka dalam berbagai aktivitas meningkat, seperti pertumbuhan, reproduksi, dan pola makan. Suhu udara pada habitat ikan air tawar merujuk pada suhu lingkungan atau udara di sekitar perairan tempat ikan tersebut hidup. Suhu udara yang ideal untuk ikan air tawar dapat bervariasi tergantung pada jenis ikan dan habitat alaminya. Beberapa spesies ikan memiliki preferensi suhu tertentu yang mendukung pertumbuhan, perkembangan, dan fungsi fisiologis mereka. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu udara adalah termometer.

b) Ketinggian Dataran

Ketinggian dataran merupakan jarak vertikal dari suatu titik di permukaan bumi terhadap permukaan laut atau titik referensi ketinggian yang telah ditentukan. Ketinggian dataran diukur dalam satuan meter (m) atau kaki (ft) di atas atau di bawah permukaan laut. Titik referensi yang umum digunakan adalah permukaan laut, dan ketinggian diukur sebagai jarak vertikal dari permukaan laut ke lokasi tertentu (Pingki & Sudarti, 2021).

6. Pemrograman Web

Website adalah program yang beroperasi dengan menggunakan model client/server dan protokol HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*) untuk menyajikan file-file yang membentuk halaman *web* kepada pengguna

internet. Melalui internet, *website* ini memberikan layanan kepada pengguna dengan menyediakan akses yang mudah (Rusli *et al.*, 2019).

a. PHP

Bahasa pemrograman PHP (*Hypertext Preprocessor*) adalah bahasa *scripting server-side* yang secara khusus dirancang untuk pengembangan web yang dinamis dan interaktif. Dalam konteks ini, dinamis merujuk pada kemampuan situs web untuk menyesuaikan tampilan dan kontennya berdasarkan kondisi tertentu. PHP juga mendukung interaktivitas, yang berarti bahwa bahasa pemrograman ini dapat memberikan umpan balik kepada pengguna, seperti menampilkan hasil pencarian produk secara langsung (Enterprise, 2018).

b. MySQL

MySQL adalah sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) yang bersifat *open-source*, dikembangkan dan didistribusikan oleh MySQL AB. MySQL dikenal karena kemampuannya untuk menangani sejumlah besar data dengan kinerja tinggi, stabilitas, dan skalabilitas. MySQL ini bersifat *open source*, artinya setiap orang dimungkinkan untuk menggunakan dan memodifikasinya (Rusli *et al.*, 2019).

c. Figma

Figma merupakan sebuah platform desain dan kolaborasi berbasis *web* untuk menghasilkan desain secara efisien dalam membuat dan memodifikasi desain produk. Pada Figma, pengguna dapat membuat dan mengedit desain UI/UX, prototipe, dan elemen desain lainnya.

d. Visual Studio Code

Visual Studio Code adalah perangkat lunak penyunting kode-sumber buatan Microsoft untuk Linux, macOS, dan Windows. *VS Code* berperan dalam editor kode dan mempermudah pengembang dalam

untuk membaca dan memahami struktur kode. *VS Code* lebih fokus pada kecepatan, ringan, dan fleksibilitas, membuatnya menjadi pilihan populer bagi banyak pengembang untuk mengembangkan berbagai jenis aplikasi.

7. Metode Pengujian SUS

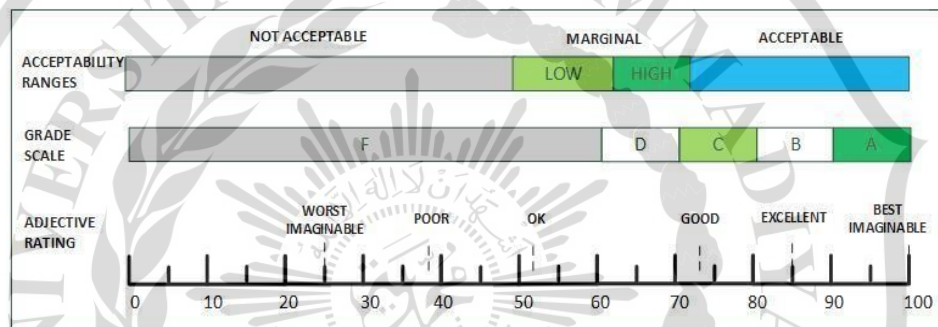
Pengujian SUS (*System Usability Scale*) adalah metode yang digunakan dalam pengujian penggunaan perangkat lunak dan antarmuka pengguna untuk mengevaluasi seberapa mudah digunakan sistem tersebut oleh pengguna akhir (Bangor *et al.*, 2009). Pengujian SUS melibatkan penilaian dari pengguna terhadap berbagai aspek pengalaman pengguna, termasuk efisiensi, kegunaan, dan kepuasan. Pada Tabel 2.3 dapat dilihat konsep dalam pengujian SUS.

Tabel 2.3 Konsep Pengujian SUS

No	Pertanyaan	1	2	3	4	5
1	Saya pikir, saya akan menggunakan <i>website</i> ini					
2	<i>Website</i> ini tidak terlalu rumit					
3	Saya pikir <i>web</i> ini mudah digunakan					
4	Sepertinya saya membutuhkan bantuan untuk dapat menggunakan <i>web</i> ini					
5	Saya menemukan berbagai fitur dalam <i>web</i> ini yang terintegrasi dengan baik					
6	Saya menemukan ketidak konsistenan dalam <i>web</i> ini					
7	Saya membayangkan bahwa <i>web</i> ini dapat dipelajari oleh semua orang dengan cepat					
8	Saya menemukan kerumitan dalam <i>web</i> ini					
9	Saya sangat yakin dapat menggunakan <i>web</i> ini					
10	Sepertinya saya harus belajar banyak untuk dapat menggunakan <i>web</i> ini					

Pada *System Usability Scale* (SUS) dalam menentukan hasil penilaian, terdapat tiga perspektif penting yang harus dipertimbangkan (Bangor *et al.*, 2009). Pertama, *acceptability* mengacu pada nilai ambang batas yang menentukan apakah sistem dianggap dapat diterima oleh

pengguna. *Acceptability* mempunyai tiga tingkatan yang terdiri dari *not acceptable*, *marginal* (rendah dan tinggi) dan *acceptable*. Kedua, *grade scale* melibatkan penggunaan skala penilaian untuk mengklasifikasikan skor SUS ke dalam kategori tertentu, seperti A, B, C, D, dan F, yang membantu memberikan peringkat tingkat kegunaan sistem. Terakhir, *adjective rating* menggunakan kata sifat atau deskripsi seperti "*excellent*", "*good*", "*fair*", "*poor*", atau "*unacceptable*" untuk menggambarkan tingkat kegunaan sistem berdasarkan skor SUS. Penentuan hasil penilaian ini dilakukan secara umum berdasarkan hasil perhitungan penilaian pengguna. Berikut skala penilaian *System Usability Scale* dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Skala Penilaian SUS

Berdasarkan Gambar 2.12 alat yang digunakan untuk mengevaluasi kegunaan sistem atau produk. Skala penilaian SUS sering digunakan dalam pengujian pengguna untuk menilai suatu sistem. Berikut ketentuan penilaian skala pada SUS:

- a) Grade A dengan skor $80,3 \leq \text{skor} \leq 100$.
- b) Grade B dengan skor $74 \leq \text{skor} < 80,3$.
- c) Grade C dengan skor $68 \leq \text{skor} < 74$.
- d) Grade D dengan skor $51 \leq \text{skor} < 68$.
- e) Grade F dengan skor $0 \leq \text{skor} < 51$.